INSTITUTO SUPERIOR TÉCNICO
Universidade Técnica de Lisboa

Plano de inspecção e manutenção de coberturas de edifícios correntes

João Nicolau Pires Lopes Veiga Morgado

Dissertação para a obtenção do Grau de Mestre em

Engenharia Civil

Júri

Presidente: Professor Doutor Luís Manuel Alves Dias

Orientadores: Professora Doutora Inês dos Santos Flores Barbosa Colen

Professor Doutor Jorge Manuel Caliço Lopes de Brito

Vogais: Doutor António José Dâmaso Santos Matos Vilhena

Professor Doutor Pedro Miguel Dias Vaz Paulo

Julho de 2012

Resumo

A cultura reactiva existente em Portugal, associada a uma legislação quase inexistente, constitui obstáculos à mobilização de meios adequados à prática da manutenção. Numa sociedade cada vez mais competitiva e no actual contexto de crise internacional, os recursos financeiros devem ser aplicados com critérios de rigor e exigência, incidindo particularmente na implementação de planos de inspecção e manutenção de edifícios. Deste modo, a presente dissertação insere-se no âmbito da manutenção de edifícios, mais concretamente na elaboração de uma metodologia de um plano de inspecção e manutenção de coberturas de edifícios.

Com o intuito de elaborar um documento eficaz e realista, é necessário apresentar-se sucintamente uma proposta de modelo para o plano de inspecção e manutenção de coberturas, baseada numa recolha bibliográfica de documentos técnicos nacionais e internacionais. Deste modo, é necessário definir diversos documentos técnicos, tais como a ficha de identificação do edifício, a ficha de inspecção de cada elemento fonte de manutenção (EFM) e a calendarização das actividades pró-activas correspondentes.

A definição de prioridades de intervenção, dependendo do tipo de anomalias e respectivas causas, é um processo que deve ser integrado no plano de inspecção e manutenção de coberturas, pois permite diminuir os encargos de todo o sistema de manutenção. O planeamento das acções de manutenção pró-activas para os diversos elementos constituintes das coberturas engloba as medidas predictivas (inspecções) e preventivas (limpeza, intervenções ligeiras, intervenções profundas e substituição) e respectiva calendarização, tendo em consideração as diferentes vidas úteis e materiais passíveis de serem aplicados.

A proposta teórica é validada, posteriormente, com a aplicação do referido plano a 60 coberturas de edifícios existentes. A selecção dos casos de estudo permitiu analisar zonas com diferentes níveis de agressividade (meio rural, urbano e costeiro), tipo de utilização (habitação e serviço), número de pisos, idades de construção e tipologias.

Em suma, a dissertação pretende contribuir para a divulgação da utilidade da manutenção de edifícios, em especial na introdução de uma proposta de procedimentos eficazes e organizados e posteriormente testar a sua validade e aplicabilidade prática.

Palavras-chave: Manutenção; plano de inspecção e manutenção; coberturas; vida útil; correctiva**;** pró-actividade; elementos fonte de manutenção

Abstract

The reactive culture in Portugal, associated with an almost non-existent legislation, are obstacles to mobilizing adequate resources to the maintenance practice. In a society increasingly competitive and the current context of international crisis, the financial resources must be applied with rigor and exigency, focusing particularly on the implementation of inspection and maintenance plans of buildings. Thus, this dissertation concerns the maintenance of buildings and aims at addressing more specifically the development of a methodology of inspection and maintenance of building roofs.

In order to develop an effective and realistic document, it is necessary to briefly present a proposed model for the inspection and maintenance plan of building roofs, based on a comprehensive bibliographic collection of national and international technical papers. In fact, it is necessary to define various technical documents, such as the building's identification sheet, the inspection sheet of each maintenance source element (MSE) and the scheduling of the corresponding proactive activities.

The definition of intervention priorities, depending on the type of defect and related causes, is a process that must be integrated into the inspection and roof maintenance plan, as it allows a reduction of the costs of the entire maintenance system. The planning of proactive maintenance actions for the different roof components includes predictive (inspections) and preventive measures (cleaning, light interventions, deep interventions and replacement) and their scheduling, keeping into account the different service lives and materials that could be applied.

Later, the theoretical proposal, it was validated in 60 roofs of existing buildings. By selecting different case studies, it was possible to analyse areas with different levels of aggressiveness (rural, urban and coast environment), type of use (housing and service), number of storeys, age of construction and typologies.

On the whole, the dissertation aims to contribute to the dissemination of the usefulness of building maintenance, especially the introduction of an effective and organized proposal and then test its validity and applicability.

Key-words: Maintenance; inspection and maintenance plan**;** roofs; service life; corrective; pro-activity; maintenance source elements

Agradecimentos

A realização da presente dissertação deveu-se ao apoio, estímulo e simpatia de várias pessoas a quem deixo aqui os meus sinceros agradecimentos.

À Professora Inês Flores-Colen, orientadora desta dissertação agradeço-lhe pela motivação e disponibilidade prestada, pelo rigor científico e precisão nas correcções de todo o trabalho e acima de tudo pela amizade.

Ao Professor Jorge de Brito, co-orientador desta dissertação por todo o material bibliográfico facultado, pelo permanente acompanhamento, empenho e disponibilidade, pelo rigor científico e que sempre colocou nesta dissertação. Agradeço todos os conselhos que transmitiu e, acima de tudo, pela confiança demonstrada e amizade.

Aos Engenheiros Pedro Barata e Rita Fonseca da empresa ANA, S.A., por toda a disponibilidade demonstrada durante o trabalho de campo.

Ao Técnico João Pires da empresa ANA, S.A., pelo contínuo acompanhamento durante as inspecções no Aeroporto de Lisboa.

À minha família, em especial os meus pais, aos meus irmãos Pedro e Vasco e à minha cunhada Ana, pela motivação e apoio dedicados durante todo o curso.

Ao meu irmão Vasco, por ter disponibilizado uma panóplia de edifícios para inspeccionar durante a dissertação.

À Mariana, pela amizade, carinho, apoio e compreensão durante toda esta fase da minha vida.

Aos meus amigos e colegas João Santos, João Arromba, Luís Ferreira, Diogo Rosa, Diogo Daniel, Francisco Pinto, André Melo, João Monteiro e Nuno Esteves, pela sincera amizade, apoio e partilha de opiniões e conhecimentos não só durante a realização da dissertação mas também durante toda a fase académica.

Índice geral

Resumo i
Abstract ii
Agradecimentos iii
Índice geral iv
Índice de figuras viii
Índice de tabelas xiii
1. Introdução 1
1.1. Considerações preliminares 1
1.2. Objectivos e metodologia da dissertação 2
1.3. Organização da dissertação 3
2. Manutenção de edifícios 5
2.1. Considerações gerais 5
2.2. Conceito de manutenção 5
2.3. Os desenvolvimentos no sector da manutenção 5
2.3.1. Actividade europeia do sector da manutenção 6
2.3.2. Actividade nacional do sector da manutenção 8
2.3.3. Legislação e normalização 9
2.3.4. Projectos de investigação e organismos 14
2.4. Manutenção da evolvente do edifício 17
2.4.1. Intervenientes no processo de manutenção 18
2.4.2. Elementos fonte de manutenção (EFM) 18
2.4.3. Estratégias de manutenção 19
2.4.3.1. Manutenção correctiva 19
2.4.3.2. Manutenção pró-activa 21
2.4.4. Parâmetros com influência na eficácia de estratégias manutenção 24
2.4.4.1. Vida útil 24
2.4.4.2. Níveis de qualidade 28
2.4.4.3. Nível mínimo de qualidade 28
2.4.4.4. Processo e modelos de degradação 29
2.4.4.5. Níveis de desempenho 30
2.5. Manuais de serviço 31
2.5.1. Manual de utilização 32
2.5.2. Plano / manual de inspecção e manutenção 33
2.5.2.1. Gestão de planos de manutenção com recurso a suporte informático 34
2.5.2.2. Operações de manutenção 34
2.6. Considerações finais 37
3. Tecnologia construtiva e degradação de coberturas 39

3.1. Considerações gerais 39
3.2. Tecnologia construtiva de coberturas 39
3.2.1. Exigências funcionais do sistema de cobertura 40
3.2.2. Tecnologia construtiva de coberturas planas 40
3.2.2.1. Estrutura resistente 41
3.2.2.2. Camada de forma 42
3.2.2.3. Revestimento de impermeabilização 43
3.2.2.4. Camada de isolamento térmico 45
3.2.2.5. Barreira pára-vapor 45
3.2.2.6. Camada de dessolidarização 46
3.2.2.7. Camada de protecção do revestimento de impermeabilização 46
3.2.2.8. Pontos singulares 47
3.2.2.9. Cobertura plana tradicional 47
3.2.2.10. Cobertura plana invertida 48
3.2.3. Tecnologia construtiva de coberturas inclinadas 49
3.2.3.1. Classificação das coberturas inclinadas e dos revestimentos 50
3.2.3.2. Tipo de revestimentos de coberturas inclinadas 51
3.2.3.3. Estrutura resistente 55
3.2.3.4. Camada de isolamento térmico 58
3.2.3.5. Sistema de ventilação 60
3.2.3.6. Camada de forro 61
3.2.3.7. Camada de ripado e fixações 61
3.2.3.8. Pontos singulares 62
3.3. Degradação das coberturas 63
3.3.1. Factores de alteração e degradação 63
3.3.2. Caracterização das anomalias e causas em coberturas planas 65
3.3.3. Caracterização das anomalias e causas em coberturas inclinadas 69
3.4. Manutenção de coberturas 75
3.4.1. A vida útil dos elementos da cobertura 75
3.4.2. Acções e periodicidades de manutenção dos elementos da cobertura 77
3.5. Considerações finais 85
4. Proposta do plano de inspecção e manutenção de coberturas 87
4.1. Considerações gerais 87
4.2. Estrutura do plano de inspecção e manutenção de coberturas 87
4.3. Inspecção detalhada e manutenção correctiva 89
4.3.1. Identificação do edifício e dos EFM 89
4.3.2. Ficha de inspecção 92
4.3.3. Critérios de atribuição de prioridades de intervenção 96

4.3.4. Acções de manutenção correctiva 105
4.4. Planeamento das acções de manutenção pró-activas 106
4.4.1. Proposta da estimativa das vidas úteis de elementos de coberturas 106
4.4.2. Proposta de periodicidade das acções de manutenção pró-activas em coberturas 109
4.4.2.1. Planeamento das acções predictivas 109
4.4.2.2. Planeamento de acções preventivas 114
4.5. Considerações finais 126
5. Implementação do plano de inspecção e manutenção de coberturas 127
5.1. Considerações gerais 127
5.2. Inspecção detalhada de elementos da cobertura 127
5.2.1. Caracterização geral dos edifícios e coberturas inspeccionados 128
5.2.2. Caracterização dos elementos fonte de manutenção 133
5.2.2.1. Caracterização de EFM de coberturas inclinadas 135
5.2.2.2. Caracterização de EFM de coberturas planas 138
5.2.3. Caracterização das anomalias detectadas e respectivas causas 140
5.2.3.1. Caracterização das anomalias detectadas em coberturas inclinadas 140
5.2.3.2. Caracterização das anomalias detectadas em coberturas planas 146
5.2.4. Caracterização da prioridade de intervenção 153
5.2.4.1. Caracterização da prioridade de intervenção em coberturas inclinadas 154
5.2.4.2. Caracterização da prioridade de intervenção em coberturas planas 162
5.2.5. Planeamento das acções de manutenção correctiva 168
5.3. Planeamento de acções de manutenção pró-activa 177
5.3.1. Planeamento de acções de manutenção pró-activas em coberturas inclinadas 178
5.3.2. Planeamento de acções de manutenção pró-activas em coberturas planas 185
5.4. Considerações finais 192
6. Conclusões e desenvolvimentos futuros 197
6.1. Considerações gerais 197
6.2. Conclusões gerais 198
6.3. Desenvolvimentos futuros 203
Bibliografia 205

Anexos

A.4.1. - Proposta de uma ficha-tipo de inspecção e manutenção
A.5.1. - Caracterização das coberturas inspeccionadas
A.5.2. - Ficha de inspecção e manutenção - Cob. 4_{ii}
A.5.3. - Ficha de inspecção e manutenção - Cob. 17_{ii}
A.5.4. - Ficha de inspecção e manutenção - Cob. 15_{i}
A.5.5. - Ficha de inspecção e manutenção - Cob. 23_{i}

A.5.6. - Proposta de caracterização das acções de manutenção pró-activas - Coberturas planas

A.5.7. - Proposta de caracterização das acções de manutenção pró-activas - Coberturas inclinadas

Índice de figuras

Figura 2.1 Mercado da construção na Europa em 2007 6
Figura 2.2 Peso dos subsectores de produção na Europa Ocidental 7
Figura 2.3 Peso dos subsectores de produção na Europa Oriental 7
Figura 2.4 Percentagem do subsector M&R por toda a Europa 8
Figura 2.5 Obras de reabilitação e construção nova realizadas de 1995 a 2010 9
Figura 2.6 Necessidade de reparação em 2008 9
Figura 2.7 Estratégias de manutenção 19
Figura 2.8 Diferentes níveis de qualidade de um edifício 28
Figura 2.9 Níveis mínimos de qualidade 29
Figura 2.10 Quatro padrões típicos de deterioração do desempenho 30
Figura 2.11 Curvas características do desempenho de um edifício 31
Figura 2.12 Síntese de um manual de utilização e manutenção 32
Figura 3.1 Estrutura de uma cobertura plana 41
Figura 3.2 Camada de forma de betão celular 42
Figura 3.3 Membrana de impermeabilização com granulado de autoprotecção 43
Figura 3.5 Placa de isolamento térmico disposta directamente por cima da impermeabilização sem qualquer forma de fixação 45
Figura 3.5 Protecção pesada rígida com elementos descontínuos 46
Figura 3.6 Cobertura plana tradicional - Transitável para pessoas e com isolamento térmico 47
Figura 3.7 Cobertura plana invertida – Transitável para pessoas e com isolamento térmico 48
Figura 3.8 Variações de temperatura da camada de impermeabilização 48
Figura 3.9 Estrutura resistente em madeira 56
Figura 3.10 Estrutura de madeira com ligações metálica 56
Figura 3.11 Estrutura de suporte em betão de uma cobertura inclinada 57
Figura 3.12 Estrutura de suporte em betão de uma cobertura inclinada 57
Figura 3.13 Estrutura de suporte de alvenaria perpendicular ao beiral 58
Figura 3.14 Estrutura de suporte de alvenaria paralelo ao beiral 58
Figura 3.15 Aplicação de isolamento térmico 59
Figura 3.16 Sistema de uma cobertura inclinada 59
Figura 3.17 Funcionamento de um sistema de ventilação 60
Figura 3.18 Telha de ventilação 60
Figura 3.20 Exemplo de uma cobertura com micro-ventilação 61
Figura 3.21 Funcionamento da ventilação do desvão 61
Figura 3.21 Colocação do sistema de subtelha 62
Figura 3.22 Curva de deterioração de uma cobertura 63
Figura 3.23 Distribuição das anomalias por zonas das coberturas e em função do número total de ocorrência 65
Figura 3.24 Distribuição das principais causas de anomalias em coberturas inclinadas 70

Figura 3.25 Distribuição das anomalias por zonas da cobertura e em função do número de ocorrência..... 71
Figura 3.26 Comparação entre os dois tipos de coberturas, tendo em consideração o número de anomalias 75
Figura 4.1 Estrutura de aplicação de um PIME a coberturas de edifícios existentes e novos……..88
Figura 4.2 Elementos principais do edifício..... 90
Figura 4.3 Modelo de avaliação multicritério para definição de prioridades de intervenção 97
Figura 4.4 Proposta da metologia de inspecção de coberturas de edificios..... 111
Figura 4.5 Planeamento de uma estratégia de manutenção preventiva de coberturas de edifícios 119
Figura 5.1 Distribuição da tipologia de coberturas inspeccionadas……..128
Figura 5.2 Exemplo de uma cobertura inclinada inspeccionada em Lisboa (cob. 15_i) 129
Figura 5.3 Exemplo de uma cobertura plana inspeccionada em Lisboa (cob. 14_{ii}) 129
Figura 5.4 Tipo de envolvente local dos edifícios inspeccionados 129
Figura 5.5 Tipologia de utilização dos edifícios, coberturas e áreas inspeccionados 129
Figura 5.6 Cobertura plana de um edifício de habitação inspeccionado (cob. 2_{ii})..... 130
Figura 5.7 Cobertura inclinada de um edifício de serviço inspeccionado (cob. 20_i) 130
Figura 5.8 Frequência relativa do número de pisos dos edifícios inspeccionados..... 130
Figura 5.9 Data de conclusão da construção das coberturas inspeccionadas..... 131
Figura 5.10 Distribuição de coberturas inspeccionadas em função do tipo de sistema e ano de construção 131
Figura 5.11 Frequência da forma das coberturas inclinadas sujeitas a inspecção 132
Figura 5.12 Acessibilidade das coberturas planas inspeccionadas..... 132
Figura 5.13 Cobertura plana acessível de um edifício de habitação em Lisboa (cob. 25_{ii}) 133
Figura 5.14 Cobertura plana não acessível de um edifício de serviço em Lisboa (cob. 11_{ii}) 133
Figura 5.15 Frequência dos distintos materiais aplicados nas estruturas de suporte da amostra recolhida 134
Figura 5.16 Estrutura de suporte em madeira de um edifício de habitação 134
Figura 5.17 Estrutura de suporte em betão armado de um edifício de serviço 134
Figura 5.18 Caleira metálica de uma cobertura inclinada de um edifício de serviço..... 135
Figura 5.19 Caleira em alvenaria de uma cobertura plana de um edifício de serviço 135
Figura 5.20 Frequência dos diferentes tipos de revestimento inspeccionados 135
Figura 5.21 Cobertura inclinada em telha cerâmica (meio rural) - micro-ventilação (cob. 4_i)..... 135
Figura 5.22 Cobertura inclinada em micro-betão (meio urbano) - ventilação do desvão (cob. 25_i) 135
Figura 5.23 Cobertura inclinada em fibrocimento (meio urbano) - beiral com ventilação (cob. 17_i)..... 136
Figura 5.24 Cobertura inclinada metálica (meio urbano) 136
Figura 5.25 Distribuição do tipo de revestimento inspeccionado, dependendo do meio de agressividade inserido 136
Figura 5.26 Inclinação média de coberturas inclinadas inspeccionadas 137
Figura 5.27 Frequência da tipologia da ventilação nas coberturas inspeccionadas..... 137
Figura 5.28 Avaliação da existência de elementos de fixação nos revestimentos de coberturas inclinadas inspeccionadas..... 137
Figura 5.29 Inexistência de elementos de fixação - cobertura inclinada em telha cerâmica (cob. 19_i)..... 138

Figura 5.30 Existência de elementos de fixação - cobertura inclinada com revestimento metálico (cob. 28_i) 138
Figura 5.31 Existência de elementos de fixação - cobertura inclinada em fibrocimento (cob. 32_i) 138
Figura 5.32 Avaliação da existência de clarabóias nas coberturas inspeccionadas 138
Figura 5.33 Frequência de sistemas de protecção das coberturas planas inspeccionadas..... 139
Figura 5.34 Cobertura plana em Lisboa (meio urbano) com revestimento em tela asfáltica auto-protegida (cob. 3_{ii}) - edifício de habitação 139
Figura 5.35 Cobertura plana em Lisboa (meio urbano) com revestimento em membrana betuminosa auto-protegida (cob. 16_{ii}) - edifício de habitação 139
Figura 5.36 Cobertura plana em Lisboa (meio urbano) com protecção pesada rígida de lajetas de betão (cob. 20_{ii}) - edifício de serviço 139
Figura 5.37 Cobertura plana em Lisboa (meio urbano) com protecção pesada rígida em ladrilhos hidráulicos (cob. 22_{ii}) - edifícios de habitação 139
Figura 5.38 Cobertura plana em Lisboa (meio urbano) com protecção pesada rígida em pedra natural (cob. 4_{ii}) - edifício de serviço 139
Figura 5.39 Cobertura plana em Lisboa (meio urbano) com protecção pesada solta (cob. 26_{ii}) - edifício de serviço..... 139
Figura 5.40 Frequência de anomalias nos dois sistemas de cobertura em estudo 140
Figura 5.41 Distribuição relativa de anomalias detectadas segundo elementos fonte de manutenção de coberturas inclinadas..... 140
Figura 5.42 Frequência relativa de ocorrência das anomalias registadas em coberturas inclinadas em análise..... 142
Figura 5.43 Contribuição relativa de cada grupo de anomalias em coberturas inclinadas..... 143
Figura 5.44 Sujidade superficial e acumulação de detritos em revestimentos de telha cerâmica (cob. 18_i) - edifício de serviço 144
Figura 5.45 Sujidade superficial e acumulação de detritos em revestimentos metálicos (cob. 26_i) - edifício de serviço 144
Figura 5.46 Acumulação de detritos em sistemas de drenagem (cob. 21_i) - edifício de habitação..... 144
Figura 5.47 Acumulação de vegetação parasitária / colonização biológica em revestimentos de telha cerâmica (cob. 15_i) - edifício de habitação 144
Figura 5.48 Acumulação de vegetação parasitária / colonização biológica em revestimentos de fibrocimento (cob. 33_i) - edifício de habitação 144
Figura 5.49 Manchas de água nas caleiras metálicas do sistema de drenagem (cob. 28_i) - edifício de serviço..... 144
Figura 5.50 Fissuração de revestimentos em telha cerâmica (cob. 19_i) - edifício de serviço..... 145
Figura 5.51 Fissuração do sistema de remates (cob. 33_i) - edifício de habitação 145
Figura 5.52 Fracturação de revestimento em fibrocimento (cob. 33_i) - edifício de habitação..... 145
Figura 5.53 Empolamento do remate da cobertura (cob. 32_i) - edifício de habitação 146
Figura 5.54 Descolamento do remate da cobertura (cob. 16_i) - edifício de habitação..... 146

Figura 5.55 Desprendimento de elementos do revestimento em telha cerâmica (cob. 18_i) - edifício de serviço 146
Figura 5.56 Distribuição relativa de anomalias detectadas segundo elementos fonte de manutenção de coberturas planas inspeccionadas 147
Figura 5.57 Frequência relativa de ocorrência das anomalias registadas em coberturas planas inspeccionadas 148
Figura 5.58 Contribuição relativa de cada grupo de anomalias em coberturas planas 149
Figura 5.59 Sujidade superficial na camada de protecção em ladrilhos de pedra (cob. 4_{ii}) - edifício de serviço 150
Figura 5.60 Acumulação de detritos na caleira e ralo de embocadura de um sistema de drenagem (cob 23_{ii}) - edifício de habitação 150
Figura 5.61 Acumulação de vegetação parasitária / colonização biológica na camada de protecção pesada solta (cob 26_{ii}) - edifício de serviço 150
Figura 5.62 Manchas de água na camada de impermeabilização auto-protegida em tela asfáltica (cob. 6_{ii}) - edifício de serviço 151
Figura 5.63 Manchas de corrosão na camada de impermeabilização auto-protegida em tela betuminosa e com pintura acrílica (cob. 17_{ii}) - edifício de serviço 151
Figura 5.64 Eflorescências na camada de protecção em ladrilhos de betão (cob. 20_{ii}) - edifício de serviço 151
Figura 5.65 Fissuração generalizada da camada de impermeabilização auto-protegida em tela asfáltica (cob. 2_{ii}) - edifício de habitação 151
Figura 5.66 Fissuração da camada de protecção em ladrilhos cerâmicos (cob. 25_{ii}) - edifício de habitação 151
Figura 5.67 Fissuração da platibanda em alvenaria (cob. 4_{ii}) - edifício de serviço 151
Figura 5.68 Empolamentos e enrugamentos do remate (cob. 6_{ii}) - edifício de serviço 152
Figura 5.69 Descolamento do remate (cob. 7_{ii}) - edifício de serviço 152
Figura 5.70 Lâminas de água e enrugamentos da camada de impermeabilização auto-protegida em tela asfáltica (cob. 12_{ii}) - edifício de serviço 152
Figura 5.71 Inclinação insuficiente da caleira, originando manchas de água (cob. 9_{ii}) - edificio de serviço 153
Figura 5.72 Insuficiencia de elementos de drenagem (cob 6_{ii}) - edificio de serviço 153
Figura 5.73 Altura insuficiente do remate junto à porta de acesso (cob 14_{ii}) - edificio de habitação 153
Figura 5.74 Perda de secção do elemento de serralharia (guarda) de uma cobertura plana (cob. 18_{ii}) - edificio de serviço 154
Figura 5.75 Perda de secção / desagregação de um elemento de alvenaria (chaminé) de uma cobertura plana (cob. 4_{ii}) - edifício de serviço 154
Figura 5.76 Distribuição das prioridades de intervenção das anomalias detectadas em coberturas inclinadas 155
Figura 5.77 Contribuição de cada grupo de anomalias relativamente aos níveis de intervenção em coberturas inclinadas 156
Figura 5.78 Contribuição de cada nível de intervenção nos elementos fonte de manutenção em análise .. 159
Figura 5.79 Deterioração acentuada dos elementos de madeira de uma estrutura de suporte (cob. 1_i) - edifício de habitação 160

Figura 5.80 Distribuição das prioridades de intervenção das anomalias detectadas em coberturas planas 163
Figura 5.81 Contribuição de cada grupo de anomalias relativamente aos níveis de intervenção em coberturas planas 164
Figura 5.82 Contribuição de cada nível de intervenção nos elementos fonte de manutenção de coberturas planas 166
Figura 5.83 Necessidades de manutenção das coberturas inclinadas em análise 178
Figura 5.84 Distribuição das necessidades de manutenção, consoante os elementos fonte de manutenção de coberturas inclinadas 179
Figura 5.85 Prioridades médias, de acordo com o tipo de intervenção a realizar e o elemento fonte de manutenção de coberturas inclinadas 185
Figura 5.86 Necessidades de manutenção das coberturas planas em análise 186
Figura 5.87 Distribuição das necessidades de manutenção, consoante os elementos fonte de manutenção de coberturas planas 186
Figura 5.88 Prioridades médias, de acordo com o tipo de intervenção a realizar e o elemento fonte de manutenção de coberturas planas 191

Índice de tabelas

Tabela 2.1 Diversas definições de manutenção 5
Tabela 2.2 Principais organismos nacionais focados no sector da manutenção..... 14
Tabela 2.3 Principais organismos internacionais focados no sector da manutenção 15
Tabela 2.4 Os diversos intervenientes no processo de manutenção e respectivas funções 18
Tabela 2.5 Tipos de intervenções associadas à manutenção correctiva..... 20
Tabela 2.6 Processo de aplicação da manutenção preventiva..... 22
Tabela 2.7 Processo de aplicação da manutenção predictiva..... 23
Tabela 2.8 Diversas definições de vida útil 24
Tabela 2.9 Definição dos factores intervenientes no método factorial..... 26
Tabela 2.10 Vida útil das construções e respectivos produtos 27
Tabela 3.1 Diversos sistemas de coberturas predominantes em Portugal…….....39
Tabela 3.2 Classificação dos requisitos a serem satisfeitos pelas coberturas 40
Tabela 3.3 Classificação das coberturas planas - tipo de revestimento de impermeabilização..... 44
Tabela 3.4 Classificação das coberturas planas - Tipo de processo de aderência do sistema de impermeabilização..... 44
Tabela 3.5 Classificação de coberturas inclinadas - Natureza dos materiais de revestimento 51
Tabela 3.6 Principais elementos constituintes de uma estrutura de madeira..... 56
Tabela 3.7 Soluções construtivas a adoptar nos principais pontos singulares de uma cobertura inclinada .. 62
Tabela 3.8 Principais anomalias e respectivas causas na superfície corrente de uma cobertura plana 66
Tabela 3.9 Principais anomalias e respectivas causas na superfície corrente de uma cobertura plana 67
Tabela 3.10 Principais anomalias e respectivas causas em pontos singulares de uma cobertura plana 68
Tabela 3.11 Principais anomalias e respectivas causas do sistema de drenagem em coberturas planas 69
Tabela 3.12 Principais anomalias e respectivas causas, tendo em consideração os deslocamentos e deformações do revestimento 72
Tabela 3.13 Principais anomalias e respectivas causas, tendo em consideração a degradação do revestimento 73
Tabela 3.14 Principais anomalias relativas a defeitos de projecto e de execução..... 74
Tabela 3.15 Valores máximos e mínimos das vidas úteis dos diversos elementos do sistema de cobertura 76
Tabela 3.16 Valores máximos e mínimos das vidas úteis dos diversos elementos do sistema de cobertura 77
Tabela 3.17 Periodicidade das diversas acções de manutenção para os principais elementos de uma cobertura plana..... 80
Tabela 3.18 Periodicidade das diversas acções de manutenção para os principais elementos de uma cobertura plana (continuação)..... 81
Tabela 3.19 Periodicidade das diversas acções de manutenção para os principais elementos de uma cobertura plana (continuação)..... 82
Tabela 3.20 Periodicidade das diversas acções de manutenção para os principais elementos de uma cobertura inclinada 82

Tabela 3. 21 Periodicidade das diversas acções de manutenção para os principais elementos de uma cobertura inclinada (continuação) 83
Tabela 3.22 Periodicidade das diversas acções de manutenção para os principais elementos de uma cobertura inclinada (continuação) 84
Tabela 4.1 Proposta de estruturação dos EFM de coberturas inclinadas de edifícios……91
Tabela 4.2 Proposta de estruturação dos EFM de coberturas planas de edifícios 92
Tabela 4.3 Compilação de anomalias de EFM de coberturas inclinadas de edifícios 93
Tabela 4.4 Compilação de anomalias de EFM de coberturas inclinadas de edifícios (continuação) 94
Tabela 4.5 Compilação de anomalias de EFM de coberturas planas de edifícios 95
Tabela 4.6 Compilação de anomalias de EFM de coberturas planas de edifícios (continuação) 96
Tabela 4.9 Níveis de degradação de rebocos exteriores correntes 98
Tabela 4.8 Critérios de avaliação quantitativa de prioridades de intervenção 99
Tabela 4.9 Critérios de avaliação quantitativa de prioridades de intervenção 99
Tabela 4.10 Determinação da pontuação por elemento funcional 100
Tabela 4.11 Modelo de avaliação pseudo-quantitativa de prioridades de intervenção em edifícios correntes 100
Tabela 4.12 Classificação de prioridades de intervenção para acções de manutenção 101
Tabela 4.13 Critérios de avaliação qualitativa de prioridades de intervenção 101
Tabela 4.14 Proposta de classificação de anomalias em EFM de coberturas de edifícios 103
Tabela 4.15 Proposta de classificação de prioridades de intervenção em EFM de coberturas 105
Tabela 4.16 Proposta do tipo de acção correctiva a efectuar, dependendo das anomalias verificadas 105
Tabela 4.17 Proposta de estimativa de vida útil para cada sub-elemento de coberturas inclinadas 107
Tabela 4.18 Proposta de estimativa de vida útil para cada sub-elemento de coberturas planas 108
Tabela 4.19 Proposta de acções predictivas dos elementos fonte de manutenção de coberturas inclinadas 109
Tabela 4.20 Proposta de acções predictivas dos elementos fonte de manutenção de coberturas planas .. 110
Tabela 4.21 Proposta de periodicidade de acções de manutenção predictivas de EFM de coberturas inclinadas 112
Tabela 4.22 Proposta de periodicidade de acções de manutenção predictivas de EFM de coberturas planas 113
Tabela 4.23 Proposta de acções preventivas dos EFM de coberturas inclinadas 114
Tabela 4.24 Proposta de acções preventivas dos EFM de coberturas inclinadas (continuação) 115
Tabela 4.25 Proposta de acções preventivas dos EFM de coberturas planas 117
Tabela 4.26 Proposta de acções preventivas dos EFM de coberturas planas (continuação) 118
Tabela 4.27 Proposta de periodicidade de acções de manutenção preventiva de coberturas inclinadas ... 120
Tabela 4.28 Proposta de periodicidade de acções de manutenção preventiva de coberturas inclinadas (continuação) 121
Tabela 4.29 Proposta de periodicidade de acções de manutenção preventiva de coberturas inclinadas (continuação) 122

Tabela 4.30 Proposta de periodicidade de acções de manutenção preventiva de coberturas inclinadas (continuação) 123
Tabela 4.31 Proposta de periodicidade de acções de manutenção preventiva de coberturas planas 124
Tabela 4.36 Proposta de periodicidade de acções de manutenção preventiva de coberturas planas (continuação) 125
Tabela 5.1 Elementos fonte de manutenção analisados durante as inspecções……..... 133
Tabela 5.2 Resultados de inspecções realizadas aos elementos de fixação e serralharia em coberturas inclinadas 141
Tabela 5.3 Proposta de classificação da prioridade de intervenção das anomalias detectadas durante o trabalho de campo 154
Tabela 5.4 Processo multicritério aplicado a cada anomalia detectada no revestimento de coberturas inclinadas 155
Tabela 5.5 Processo multicritério aplicado a cada anomalia detectada no sistema de drenagem em coberturas inclinadas 158
Tabela 5.6 Processo multicritério aplicado a cada anomalia detectada no revestimento de coberturas inclinadas (cob.19_i e cob.33_i) 159
Tabela 5.7 Processo multicritério aplicado a cada anomalia detectada na estrutura de suporte de coberturas inclinadas 160
Tabela 5.8 Processo multicritério aplicado a cada anomalia detectada na estrutura de suporte de coberturas inclinadas 161
Tabela 5.9 Processo multicritério aplicado a cada anomalia detectada nos elementos de fixação e serralharia de coberturas inclinadas 162
Tabela 5.10 Processo multicritério aplicado a cada anomalia detectada no sistema de remates de coberturas planas 163
Tabela 5.11 Processo multicritério aplicado a cada anomalia detectada na camada de impermeabilização de coberturas planas 166
Tabela 5.12 Processo multicritério aplicado a cada anomalia detectada no sistema de drenagem de coberturas planas 167
Tabela 5.13 Processo multicritério aplicado a cada anomalia detectada nos elementos de serralharia de coberturas planas 168
Tabela 5.14 Acções correctivas de acordo com as anomalias detectadas nos diversos elementos fonte de manutenção de coberturas inclinadas 169
Tabela 5.15 Acções correctivas de acordo com as anomalias detectadas nos diversos elementos fonte de manutenção de coberturas inclinadas (continuação) 170
Tabela 5.16 Acções correctivas de acordo com as anomalias detectadas nos diversos elementos fonte de manutenção de coberturas inclinadas (continuação) 171
Tabela 5.17 Acções correctivas de acordo com as anomalias detectadas nos diversos elementos fonte de manutenção de coberturas inclinadas (continuação) 172
Tabela 5.18 Acções correctivas de acordo com as anomalias detectadas nos diversos elementos fonte de manutenção de coberturas planas 174

Tabela 5.19 Acções correctivas de acordo com as anomalias detectadas nos diversos elementos fonte de manutenção de coberturas planas (continuação) 175
Tabela 5.20 Acções correctivas de acordo com as anomalias detectadas nos diversos elementos fonte de manutenção de coberturas planas (continuação) 176
Tabela 5.21 Síntese da aferição do planeamento teórico de acções preventivas de manutenção - Coberturas planas 193
Tabela 5.22 Síntese da aferição do planeamento teórico de acções preventivas de manutenção - Coberturas inclinadas 194

1. Introdução

1.1. Considerações preliminares

Nas últimas décadas, observou-se em Portugal um elevado crescimento do volume de construção nova. A ausência de políticas adequadas às necessidades de manutenção ao longo da vida útil do edifício e a falta de informação dos responsáveis pela gestão do edificado e próprios utentes originaram elevados graus de degradação do parque habitacional e o envelhecimento precoce ao nível dos elementos constituintes do edifício (em especial elementos pertencentes à cobertura). A cultura reactiva existente em Portugal, associada a uma legislação específica quase inexistente constitui um claro obstáculo à mobilização de meios adequados à prática da manutenção.

A falta de investimento, que se tem verificado em Portugal em trabalhos de reparação e manutenção do edificado, tem-se revelado muito penalizadora para o desempenho económico do país (no período 1985 / 2009, apenas 20% do número de licenças emitidas para edifícios de habitação se referiam a trabalhos de manutenção e reparação, face a 80% relativos a construção nova). Numa sociedade cada vez mais competitiva e no actual contexto de crise internacional, os recursos financeiros devem ser aplicados com critérios de rigor e exigência, incidindo especialmente na implementação de planos de inspecção e manutenção de edifícios. Na temática dos planos de manutenção, destacam-se o Brasil, o Canadá, Espanha, os Estados Unidos, a França, a Itália, o Japão e o Reino Unido, os quais apresentam: bases de dados com os defeitos mais correntes; prática de inspecções nacionais para avaliação do estado de conservação dos edifícios e sua monitorização; planos a longo prazo das operações de manutenção; existência de registos de todas as intervenções e de bases de dados com custos de manutenção (FLORES, 2002).

As envolventes exteriores assumem cada vez mais um papel predominante, pois estão associadas a um conjunto de factores determinantes para a utilização com conforto de um determinado edifício e provam ser os elementos mais susceptíveis à acção dos agentes atmosféricos (cada vez mais agressiva devido à poluição ambiental e industrial), refutando assim a hipótese da degradação prematura do sistema de coberturas ser apenas consequência de ineficaz concepção e execução dos elementos constituintes.

A implementação de planos de inspecção e manutenção de coberturas permite acompanhar o desempenho dos diversos elementos construtivos e assim compreender as condições de serviço estipuladas, as características, modelos e agentes de degradação, os tipos de anomalias e respectivas causas, com o intuito de preservar os níveis de qualidade pré-definidos, optimizar os custos financeiros e garantir a satisfação dos utilizadores.

Os planos em causa permitem um acompanhamento contínuo, estruturando, de acordo com intervalos pré-definidos e distintos, todas as acções necessárias à manutenção pró-activa, tais como a inspecção, a limpeza, intervenções ligeiras, intervenções profundas e substituição e assim não só eliminar as anomalias existentes, como também prevenir o aparecimento de outras que podem vir a ocorrer posteriormente.

Verifica-se uma necessária alteração urgente da actual conjuntura nacional, com o objectivo de melhorar a qualidade de vida das populações e a sustentabilidade da economia. Deste modo, constatou-se uma mais valia a implementação de acções de formação, pois a documentação técnica e normativa, em Portugal, é muito reduzida. Contudo, tem-se assistido a um esforço considerável de mudança, quer a nível governamental (criação de uma comissão para elaboração do novo RGE), quer a nível universitário (RODRIGUES, 1989; GOMES, 1992; FLORES, 2002; FALORCA, 2004; BARROS, 2008; LEITE, 2009; FERREIRA, 2009; RAPOSO, 2011 e MADUREIRA, 2011).

É neste contexto que se insere esta dissertação de Mestrado e, perante esta problemática, considera-se viável abordar a temática das coberturas, com o intuito de contribuir para a implementação de uma correcta política de manutenção neste elemento do edifício.

1.2. Objectivos e metodologia da dissertação

A presente dissertação tem como objectivos principais desenvolver uma análise das principais anomalias existentes em coberturas planas e inclinadas e uma metodologia para sistematizar a prioridade de intervenção, com o intuito de correlacionar com as possíveis medidas correctivas a implementar num sistema de cobertura. Por último, pretende-se elaborar um plano de inspecção e manutenção, o qual será aferido com base em casos de estudo reais. A elaboração deste estudo pretende também sensibilizar as principais entidades responsáveis para a importância da implementação de procedimentos pró-activos.

Com o objectivo de contribuir para uma adequada política de manutenção, pretende-se estabelecer uma proposta para a estrutura de um plano de inspecção e manutenção, através do desenvolvimento de procedimentos de manutenção para edifícios em projecto e existentes. Para tal, é necessário privilegiar as acções de manutenção pró-activas em detrimento das acções reactivas e assim alargar o tempo de vida útil dos elementos construtivos, garantindo níveis adequados de desempenho.

Com o intuito de elaborar uma proposta para um modelo estruturado de procedimentos, susceptível de realização prática e assim constituir no futuro um sólido suporte técnico no apoio à gestão dos edifícios, é necessária a organização de informações de documentos técnicos existentes, tanto nacionais como principalmente internacionais, no âmbito da tecnologia construtiva, degradação e manutenção de coberturas.

A realização de uma metodologia de inspecção e manutenção, adequada ao elemento construtivo a analisar, permite definir as fases fundamentais para a implementação dos planos de inspecção e manutenção de coberturas de edifícios existentes e em projecto. Para tal, são necessárias inspecções detalhadas e acções de manutenção correctivas, com o intuito de restabelecer os níveis de desempenho do elemento construtivo em análise. Posteriormente, é possível a elaboração de um plano de manutenção pró-activa, aplicável a qualquer tipo de edifícios.

Relativamente à fase de inspecção detalhada, é necessário, numa primeira fase, identificar e caracterizar o edifício que será analisado e posteriormente definir a divisão dos elementos fonte de manutenção (EFM) das coberturas, de modo a auxiliar o trabalho do inspector responsável. As fichas de inspecção elaboradas

devem apresentar as anomalias existentes no sistema de cobertura em análise, respectivas causas, critérios de classificação de anomalias para posterior hierarquização de prioridades de intervenção e o tipo de medidas correctivas a executar.

O planeamento das intervenções nos elementos é feito com base em referências especializadas e na comparação das diferentes necessidades de manutenção, para as condições normais de funcionamento, ao longo da vida útil do edifício. Com o objectivo de validar a metodologia proposta, verifica-se a necessidade de realizar um adequado trabalho de campo, baseado na inspecção visual de 60 coberturas de edifícios. Apesar da multiplicidade de elementos constituintes e dificuldade de acesso, pretende-se analisar todo o sistema de cobertura, de modo a que o documento a elaborar seja adequado e viável.

Resumidamente, o que se pretende com este "plano de inspecção e manutenção de coberturas de edifícios" é a criação de um método normalizado que permita a realização de acções de manutenção atempadas e com periodicidades fixas.

1.3. Organização da dissertação

A presente dissertação encontra-se dividida em seis capítulos, bibliografia e anexos. Com o intuito de elaborar um documento estruturado, optou-se por dividir a dissertação em três partes distintas: o levantamento do estado da arte relativamente à temática abordada – capítulos 2 e 3; a proposta de um plano de inspecção e manutenção de coberturas de edifícios – capítulo 4; a validação da mesma proposta através da sua aplicação a casos de estudo reais – capítulo 5. Posteriormente, apresentam-se as conclusões, bibliografia e anexos.

O **capítulo 1** consiste na introdução do tema da dissertação, caracterizando, de forma genérica, a situação actual em Portugal e a necessidade de elaborar estudos com vista no aprofundamento de conhecimento no âmbito da manutenção. Descrevem-se os objectivos primordiais da dissertação e a sua respectiva organização.

No **capítulo 2** efectua-se um levantamento do estado da arte relativamente à temática da manutenção de edifícios e dos conceitos básicos do tema. Numa primeira fase, introduz-se o conceito genérico da manutenção e abordam-se assuntos relativos ao sector da manutenção, quer ao nível internacional quer nacional, ou seja, sintetiza-se a evolução da actividade ao longo dos últimos anos, fazendo referência aos principais documentos legislativos e normativos, aos organismos reguladores e às principais investigações realizadas na área em estudo. Posteriormente, introduz-se a aplicação da manutenção de edifícios, com a definição das principais estratégias de manutenção, bem como de diversos conceitos relacionados com a vida útil do edifício. Por último, aborda-se a importância dos manuais de serviço durante a vida útil dos edifícios, focando também questões relativas ao diagnóstico e à intervenção.

No **capítulo 3**, destaca-se a importância dos sistemas de coberturas. Analisa-se sinteticamente o processo construtivo dos sistemas de coberturas inclinadas e planas, processo de degradação através da caracterização dos principais factores de degradação, anomalias e respectivas causas. Posteriormente,

apresentam-se as vidas úteis de cada elemento e material e, por fim, destacam-se algumas medidas de prevenção e correcção de anomalias, de acordo com diversas referências bibliográficas.

No **capítulo 4,** pretendeu-se apresentar, com base em diversas referências bibliográficas, uma metodologia de elaboração de planos de inspecção e manutenção das coberturas. Descrevem-se as etapas de implementação do documento, tendo em consideração dois casos distintos, edifícios existentes e edifícios em projecto. Apresentam-se os documentos bem como os critérios a adoptar para este processo e calendarizam-se as actividades de manutenção, tendo em consideração os diversos elementos fonte de manutenção a analisar.

No **capítulo 5**, é efectuada a implementação prática do sistema proposto no capítulo anterior, com o intuito de desenvolver o processo próximo da realidade, de prioridades de intervenção e as propostas de manutenção pró-activas. Para tal, é necessária a realização de um conjunto de inspecções que permita calibrar e validar o proposto no **Capítulo 4**. A selecção do tipo de coberturas a inspeccionar deve ser rigorosa e eficaz, abrangendo uma diversidade de tipologias de funcionalidade e acessibilidade, materiais possíveis de serem aplicados em Portugal e agressividades do meio ambiente (rural, urbano e costeiro). De modo a implementar um adequado plano de inspecção e manutenção são apresentadas as acções de beneficiação realizadas ao longo da vida útil das coberturas inspeccionadas.

No **capítulo 6**, são apresentadas as conclusões finais do estudo elaborado e sugerem-se os desenvolvimentos futuros na temática em causa.

Na **bibliografia**, são apresentadas todas as referências bibliográficas consultadas durante o desenvolvimento da presente dissertação.

Em **anexo**, encontra-se a proposta de uma ficha-tipo de inspecção e manutenção, com base no procedimento descrito no Capítulo 4; os resultados de diversas inspecções realizadas ao longo do trabalho de campo e a proposta de caracterização das acções de manutenção pró-activas.

2. Manutenção de edifícios

2.1. Considerações gerais

Este capítulo tem como principal objectivo o enquadramento do tema da dissertação no domínio da manutenção, encontrando-se dividido em três subcapítulos.

No primeiro subcapítulo, introduz-se o conceito genérico da manutenção e aborda-se assuntos relativos ao sector da manutenção quer ao nível internacional quer nacional, ou seja, sintetiza-se a evolução da actividade ao longo dos últimos anos, fazendo referência aos principais documentos legislativos e normativos, aos organismos reguladores e a investigações realizadas na área em estudo.

No segundo subcapítulo, introduz-se a prática da manutenção de edifícios, com a definição das principais estratégias de manutenção, bem como diversos conceitos relacionados com a vida útil do edifício.

O terceiro subcapítulo aborda a importância dos manuais de serviço durante a vida útil dos edifícios, focando também questões relativas ao diagnóstico e à intervenção.

2.2. Conceito de manutenção

O conceito de manutenção, segundo SILVA (1989), citado por BARBOSA (2009), teve origem no fabrico de produtos ligados à actividade industrial bélica, durante a 2ª Guerra Mundial e, dada a sua importância, começou a ser aplicado em outros sectores, como é o caso da indústria da construção. Para uma melhor compreensão do conceito de manutenção, são referidos na Tabela 2.1 diversos significados do mesmo.

Tabela 2.1 Diversas definições de manutenção de acordo com a normalização

Documento / autor	Definições
BS 3811 (1984)	Combinação de todas as acções técnicas e administrativas, incluindo o seu controlo, necessárias para um correcto funcionamento de determinado elemento. A manutenção de um edifício inclui operações como a limpeza, a reparação e a substituição dos vários elementos do edifício.
BS 8210 (1986)	Conjunto de operações, excluindo as limpezas diárias, necessárias para um eficaz desempenho do edifício.
NBR 5674 (ABNT, 1999)	Conjunto de actividades com o objectivo de conservar o nível de desempenho ou a capacidade funcional do edifício e de atender às necessidades e segurança dos utentes.
ISO 15686-1 (2005)	Combinação de todas as acções técnicas e administrativas que permitem que o edifício e os seus elementos desempenhem, durante a vida útil, as funções para os quais foram concebidos.

2.3. Os desenvolvimentos no sector da manutenção

A crise existente nos mercados financeiros e economia real, afecta actualmente todo o sector da construção. Deste modo, é importante estudar os desenvolvimentos da área da manutenção, não só em

Portugal, como no resto da Europa e assim analisar as potencialidades de cada subsector, a legislação aplicável, os organismos responsáveis pelos progressos no sector da manutenção e os respectivos congressos e projectos de investigação.

2.3.1. Actividade europeia do sector da manutenção

Nos países mais desenvolvidos da União Europeia, a preocupação pela manutenção do parque habitacional e pela qualidade de vida dos utentes é cada vez maior nos últimos anos. Deste modo, a definição de mecanismos de apoio para a implementação da manutenção e reabilitação (M&R) é cada vez mais frequente, no sentido de responder às necessidades de conservação dos edifícios (LEITE, 2009).

Segundo o EuroConstruct (2008), foi realizada uma avaliação da produção no sector da construção civil nos 19 países pertencentes a esta rede, a qual foi quantificada em mais de 1500 mil milhões de euros. Com base neste estudo, verificou-se que o subsector residencial, mesmo não sendo o mercado mais dinâmico, representava ainda em 2007 quase metade desse mercado, ou seja, 718 mil milhões de euros (Figura 2.1). No entanto, na construção de edifícios não residenciais e na manutenção dos edifícios já edificados, os investimentos existentes eram ainda bastante reduzidos (cerca de 480 mil milhões de euros), tendo em conta a necessidade de melhoria das condições de desempenho e qualidade do parque edificado e dos respectivos utentes. O subsector no qual se fez menos investimentos foi no das obras públicas, em que foram aplicados apenas 319 mil milhões de euros (cerca de 21% do valor total aplicado no sector da construção civil).

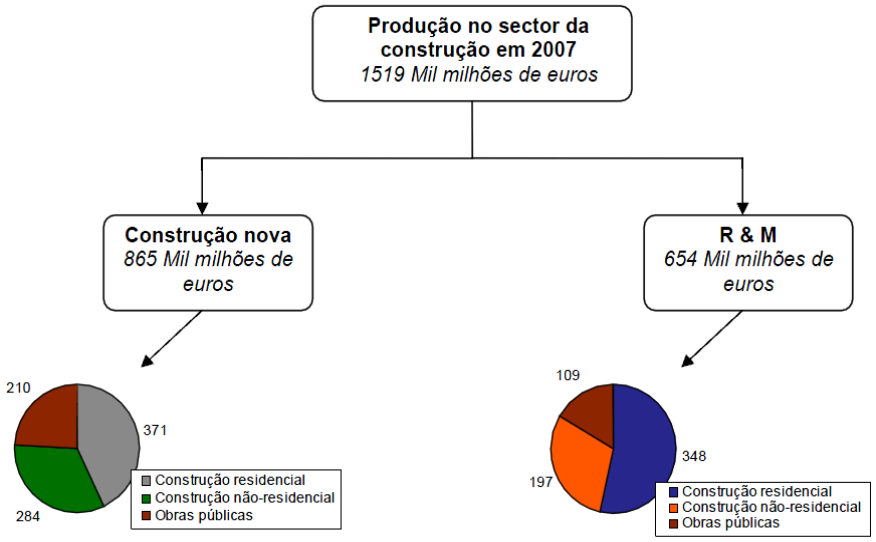


Figura 2.1 Mercado da construção na Europa em 2007, adaptado de EUROCONSTRUCT (2008)

Comparando o peso relativo dos vários subsectores da produção, da Europa Ocidental e da Europa Oriental, verificam-se diversas diferenças. No caso dos países da Europa Ocidental, constata-se que a produção residencial representa cerca de 49% da produção total, de entre os quais 25% correspondem a novas construções e 24% à reabilitação e manutenção de edifícios existentes (Figura 2.2).

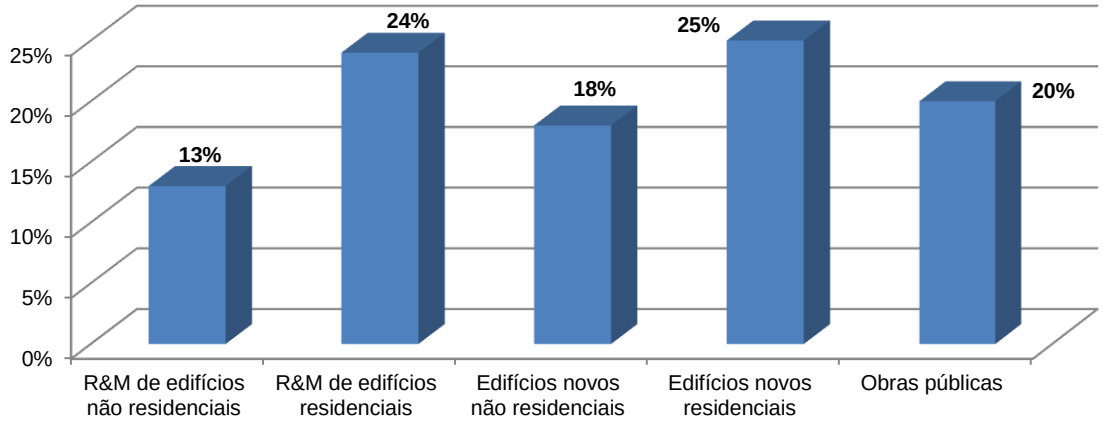


Figura 2.2 Peso dos subsectores de produção na Europa Ocidental, adaptado de EUROCONSTRUCT (2008)

Na Europa Oriental, o cenário é bastante diferente, já que a produção residencial representa apenas 26% da produção total, sendo os subsectores das obras públicas e edifícios não residenciais aqueles cujo investimento é maior, cerca de 33% (Figura 2.3). Esta situação reflecte duas áreas com diferentes situações e desenvolvimentos, bem como diferentes disponibilidades e recursos, apesar de, em ambos os casos, existirem grandes necessidades de crescimentos.

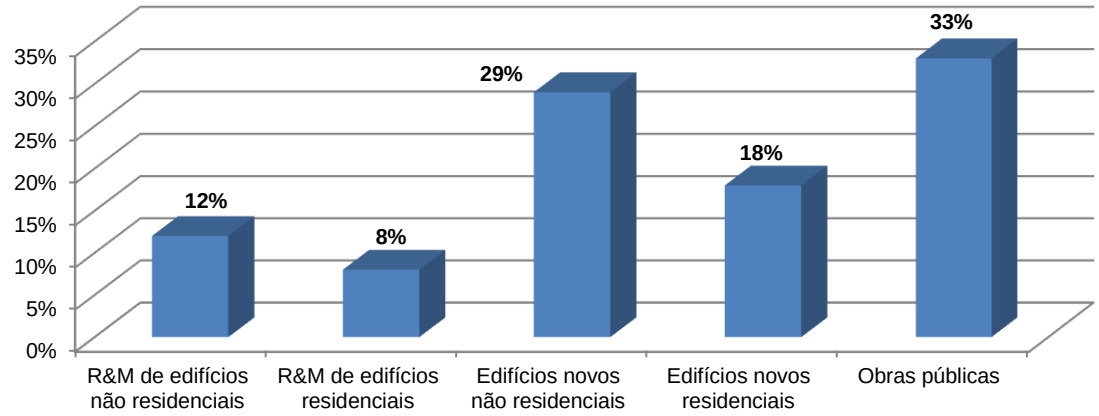


Figura 2.3 Peso dos subsectores de produção na Europa Oriental, adaptado de EUROCONSTRUCT (2008)

Segundo AECOPS (2009), existe uma discrepância no subsector da M&R nos diversos mercados dos países aderentes. A Alemanha representa o mercado mais importante, com um volume de produção de trabalhos de reabilitação de edifícios residenciais de 76,3 mil milhões de euros.

A Itália, a França, o Reino Unido e a Espanha são os países que se seguem, no grupo dos maiores mercados de reabilitação, verificando-se que estes cinco países juntos são responsáveis por 82% da produção em causa. Por outro lado, Portugal faz parte do grupo de países nos quais os trabalhos de reabilitação / manutenção de edifícios residenciais têm menor peso na produção total da construção, com um rácio de 6,2% (Figura 2.4).

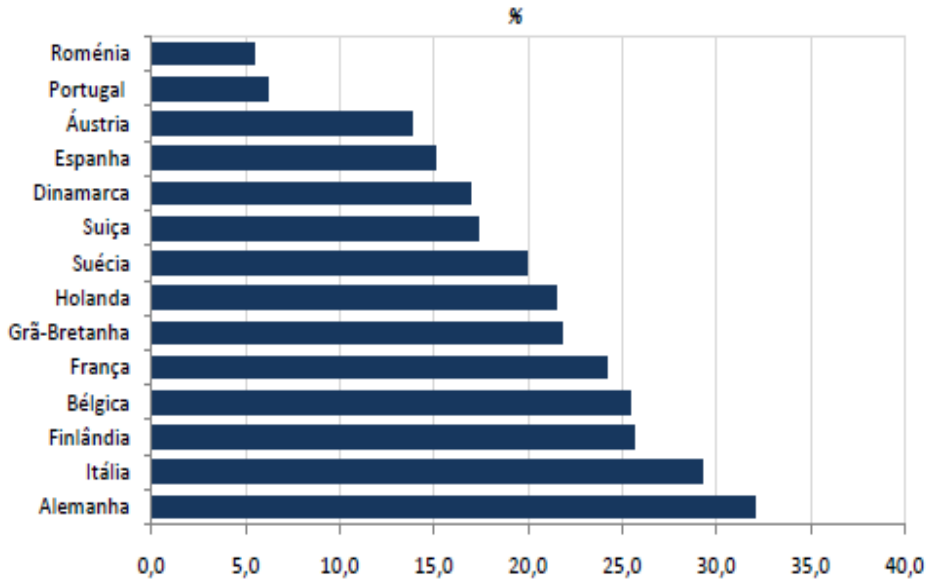


Figura 2.4 Percentagem do subsector M&R por toda a Europa, adaptado de AECOPS (2009)

2.3.2. Actividade nacional do sector da manutenção

Segundo a AECOPS (2009), a falta de investimento que se tem verificado em Portugal em trabalhos de reparação e manutenção do edificado tem-se revelado muito penalizadora para o desempenho económico do país. O elevado estado de degradação dos edifícios tem vindo a condicionar o crescimento do Produto Interno Bruto (PIB) e a limitar o PIB potencial, consequência de uma ineficiente afectação dos factores produtivos do país. No período 1985/2009, apenas 20% do número de licenças emitidas para edifícios de habitação eram referidos a trabalhos de manutenção e reparação, face a 80% relativos a construção nova.

Observando a Figura 2.5, verifica-se que as obras concluídas em edifícios no período de 1995 a 2010 apresentam duas fases de crescimento distintas. Até 2002, verifica-se que o sector da manutenção e reabilitação se encontra estável, acompanhando um aumento das construções novas. Em 2003, verifica-se um decréscimo acentuado das obras de manutenção e reabilitação até 2007. De acordo com o INE (2010), a partir do ano 2008 este sector já apresenta um acréscimo relativo, prevendo-se que nos próximos anos a progressão seja cada vez maior. Essa situação justifica-se pelo simples facto do parque habitacional estar bastante sobrelotado (verifica-se um decréscimo bastante acentuado das construções novas), obrigando assim a investir mais na manutenção e reabilitação dos edifícios.

Apesar de o Regulamento Geral de Edificações Urbanas (RGEU) apresentar uma exigência legal de se proceder a obras de conservação em cada 8 anos, verifica-se, de acordo com os dados do Censos 2001, que essa exigência não tem estado a ser cumprida pela maioria dos proprietários. Segundo essas estatísticas, cerca de 41% do total do parque edificado apresentava necessidade de reparação (no caso de coberturas, 45% apresentavam necessidade de reparação), de entre os quais 7,2% foi considerado como muito degradado e 12,6% necessitava de grandes intervenções (INE, 2008).

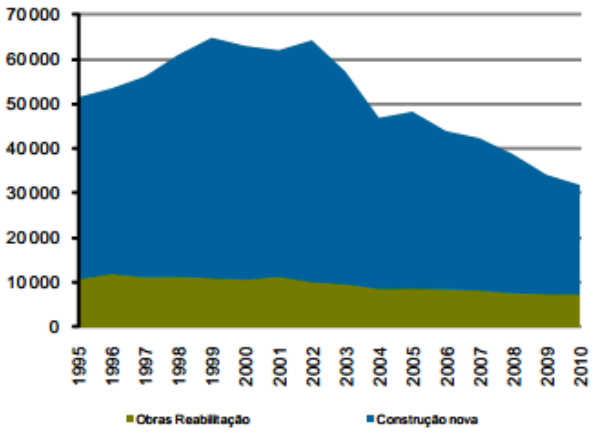


Figura 2.5 Obras de reabilitação e construção nova realizadas de 1995 a 2010, adaptado de INE (2010)

Em 2008, o sector da manutenção e reabilitação melhorou consideravelmente, mas a necessidade de reabilitação nos edifícios continuou elevada (cerca de 34%). A maior parcela das necessidades de reabilitação respeita a pequenas reparações (cerca de 59%) e os restantes 41% dizem respeito a reparações médias e grandes (Figura 2.6). Por outro lado, 23,1% das obras concluídas em 2010 correspondiam a reabilitações, face a 21,8% em 2009, realçando a tentativa de melhorar o estado de conservação do edificado em Portugal.

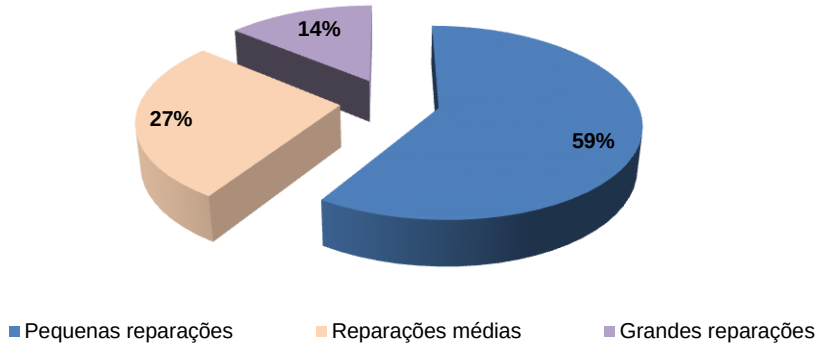


Figura 2.6 Necessidade de reparação em 2008, adaptado de AECOPS (2009)

2.3.3. Legislação e normalização

Segundo BARBOSA (2009), a manutenção e a conservação de edifícios são sectores que dependem não só das unidades autónomas mas também dos proprietários, sendo estes obrigados a manter o edifício em condições adequadas de acordo com o estabelecido no Código Civil português (2008), art.º 492.

Em Portugal, é quase inexistente uma legislação específica para as acções de manutenção. Esta situação é agravada pelo simples facto de não se exercer a aplicação da mesma, devido à ausência de fiscalização por parte das entidades públicas, levando a um crescimento progressivo do estado de degradação do parque habitacional.

O Regulamento Geral das Edificações Urbanas (RGEU) impõe a obrigatoriedade de obras de manutenção correntes, de 8 em 8 anos e de estas poderem ser realizadas pelos serviços camarários ou pelos inquilinos,

com dedução do valor da renda. No entanto, este regulamento encontra-se completamente desajustado em relação aos padrões actuais de segurança e qualidade. Segundo a Ordem dos Engenheiros, a evolução do conhecimento das áreas técnicas indispensáveis às edificações, as alterações económicas e sociais que determinaram diferentes níveis de exigência de qualidade e na estrutura de posse de propriedade, entre outros factores, justificam uma profunda revisão do RGEU.

Segundo LEITE (2009), devem-se realizar alterações legais urgentes para uma actuação mais eficaz dos diversos intervenientes do edifício. Com o intuito de melhorar a legislação portuguesa em relação à temática em estudo, a CSOPT, ficou responsável pela revisão do actual RGEU, com base no estipulado pela Portaria n.º 62/2003, de 16 de Janeiro. Segundo FERREIRA (2007), em 2005, o RGE (Regulamento Geral das Edificações) esteve na iminência de substituir o RGEU, mas tal nunca aconteceu, continuando em processo de aprovação.

O objectivo do RGE (Regulamento Geral das Edificações) consiste em melhorar a vida útil, durabilidade e manutenção dos edifícios, garantindo, por consequência, o nível de qualidade dos mesmos. Tal será possível com base nas diversas obrigatoriedades existentes no regulamento em causa.

Dada a relevância desta legislação, optou-se por apresentar os artigos mais relevantes:

- Artigo 119º - Vida útil da edificação

  - A vida útil de uma edificação, doravante também designada por VUE, corresponde ao período em que a respectiva estrutura não apresenta degradação dos materiais, em resultado das condições, que conduzam à redução da segurança estrutural inicial, nomeadamente nas secções críticas dos elementos estruturais principais.
  - Durante a vida útil de uma edificação, devem realizar-se actividades de inspecção, manutenção e reparação, nomeadamente em relação aos diversos componentes da edificação que tenham durabilidade inferior à vida útil.
  - A vida útil de cada componente da edificação deve ser definida pelo respectivo fabricante com base na degradação observada na experiência de utilização.
  - A VUE deve ser definida pelo dono de obra e, caso tal não seja feito, considera-se por defeito o valor de 50 anos.
  - A adopção de uma VUE inferior a 50 anos só deve ser aceite em casos especiais e ser solicitada à entidade licenciadora, mediante justificação.

- Artigo 120º - Concepção com durabilidade

  - A concepção com durabilidade das novas edificações para a vida útil definida exige que no projecto de execução sejam considerados os seguintes aspectos:
    i. Concepção da estrutura para a vida útil da edificação;
    ii. Concepção que minimize os efeitos de degradação pelos agentes agressivos, nomeadamente os atmosféricos;

iii. Especificação de concepções flexíveis que permitam a substituição fácil dos componentes com durabilidade inferior à VUE;
iv. Especificação de condições de acesso que permitam realizar inspecções periódicas dos componentes mais degradáveis, bem como proceder a operações de manutenção e de limpeza necessárias à garantia da respectiva durabilidade.

- No âmbito do projecto de execução das novas edificações, deve ser elaborado um Manual de Inspecção e Manutenção da Edificação, doravante também designado por MIME, que defina as actividades a desenvolver em inspecções correntes e especiais, a respectiva periodicidade, os eventuais trabalhos de manutenção que lhe estejam associados, e ainda que sugira eventuais peritagens técnicas e trabalhos de reparação suscitados por anomalias que venham a ser detectadas.
- Compete à entidade licenciadora a verificação da existência do MIME como peça do projecto de execução.

- Artigo 121º - Manutenção

  - Durante a vida útil de uma edificação, o proprietário ou proprietários devem assegurar a realização de inspecções periódicas correntes e especiais de acordo com o Manual de Inspecção e Manutenção da Edificação (artigo 120º).
  - As inspecções periódicas correntes devem ser realizadas de 15 em 15 meses contados a partir da data da atribuição da licença de utilização, podem ser realizadas por pessoas sem formação específica e destinam-se a detectar anomalias que devem ser registadas nas fichas de inspecção e a originar as acções indicadas no Manual de Inspecção e Manutenção da Edificação.
  - As inspecções especiais e a manutenção de alguns componentes, dada a sua especificidade, devem ser entregues a entidades habilitadas para o efeito.
  - As edificações sem Manual de Inspecção e Manutenção da Edificação devem ser objecto de inspecções periciais pelo menos uma vez em cada período de oito anos, com o fim de as manter em boas condições de utilização, sob todos os aspectos de que trata o presente regulamento, e o proprietário deve proceder à correcção das deficiências recomendada no relatório da inspecção.
  - As inspecções periciais do número anterior são efectuadas por iniciativa do proprietário, devendo ser realizadas pelo município ou por entidades habilitadas para o efeito.
  - Os resultados das inspecções e a síntese dos trabalhos das intervenções devem ser arquivados pelo proprietário das edificações.

Existem diversas outras disposições legais em Portugal, que integram conceitos relativos à manutenção de edificações:

- Decreto-lei n.º 321-B/90 de 15-10-1990 - classifica as obras no imóvel arrendado como obras de conservação ordinária, extraordinária e de beneficiação e estipula a cargo de quem serão efectuadas;

- Decreto-lei n.º 68/2004 de 25-03-2004 - estabelece os requisitos a que obedecem a publicidade e a informação disponibilizadas aos consumidores no âmbito de aquisição de um bem imobiliário;

- Portaria n.º 817/2004 de 16-07-2004 - aprova o modelo de ficha técnica da habitação, obrigando o promotor imobiliário a elaborar e disponibilizar ao consumidor a ficha técnica da habitação. Este documento compreende um conjunto de informações técnicas e funcionais relativas à edificação, incluindo algumas informações sobre a sua utilização e manutenção;

- Decreto-lei n.º 6/2006, Código Civil art. 1047 e 1111 e Decreto-lei n.º 157/2006 - estabelecem um regime especial de actualização das rendas antigas, atribuindo às comissões arbitrais municipais a competência para determinar o nível de conservação e só depois conferir o novo valor da renda a pagar. Por consequência, será evitada a elevada degradação do parque edificado, pois o pagamento de rendas ajustadas ao nível de conservação do edifício disponibilizará uma maior verba para o investimento em intervenções de manutenção.

A nível internacional são diversos os regulamentos desenvolvidos na óptica da manutenção de edifícios, apresentando-se de seguida alguns exemplos.

Nos Estados Unidos, mais precisamente na cidade de Nova Iorque, existe um código de manutenção das construções - NYC *Housing Maintenance Code*, cujo objectivo principal consiste no cumprimento de regras para a existência de condições mínimas e adequadas de saúde, segurança, iluminação, ventilação, limpeza, reparação, manutenção, ocupação, entre outros (FALORCA, 2004).

No Japão, a norma "*Technical Standard for Maintenance and Modernization of Government Building Ministry of Construction ",* apresenta como objectivos principais (FALORCA, 2004):

- elaboração, em cada ano fiscal, de um programa de manutenção;
- inspecção dos elementos do edifício e aplicação de medidas de manutenção, com o objectivo de não diminuir as condições de funcionalidade e de durabilidade;
- designação de uma pessoa responsável pela manutenção;
- elaboração de registos, sendo referidos todos os trabalhos de manutenção executados.

A "*Ley de Ordenación de la Edificación (L.O.E)*", no artigo 7, estabelece a obrigatoriedade de entrega do Livro do Edifício (*Libro del Edificio*). Para o caso de edifícios existentes, criou-se uma lei que obriga todos os edifícios com mais de 50 anos a serem sujeitos a uma inspecção técnica, com o objectivo de verificar o seu estado de conservação e a necessidade de intervir. Este documento é constituído por quatro tipos de informação base:

- informação geral, ou seja, identificação do edifício e dos intervenientes na construção;
- manual de uso e manutenção;
- planeamento da manutenção;
- registos das intervenções.

O "*Manual Visual del Usuario"* para as habitações é também bastante importante pois baseia-se em grafismos de fácil leitura, indicando quais as acções de manutenção a serem realizadas pelos utentes da edificação (FLORES, 2010).

Em França, o *Guide pour une programmation pluriannuelle de l`entretien du bâtiments civils* baseia-se nos mesmos princípios de um projecto de uma construção nova e, segundo MERLET (1999), divide-se nos seguintes documentos:

- *carnet d´identité* que, tal como o nome indica, identifica todas as características do edifício;
- *état sanitaire initial* que apresenta todos os resultados das inspecções realizadas a cada elemento construtivo de quatro em quatro anos;
- *charte de l´édifice* que contém a informação de todos os custos das operações de manutenção realizadas durante os quatro anos tendo em conta o *état sanitaire initial*;
- *programme prévisionnel annuel* que contém o planeamento actualizado dos trabalhos para o ano seguinte, tendo em conta as alterações ocorridas e introduzindo novas indicações.

Em Itália, a lei de Merloni n.º 216/95 deu origem a diversas mudanças na área da manutenção. Esta lei obriga à existência de um plano de manutenção em todos os edifícios (*Piano di manutenzione dell'opera e delle sue parti*), constituído pelos seguintes documentos (CARVALHO, 2010):

- *manuale técnico* que é constituído por dados e informações necessárias à elaboração de um plano de manutenção;
- *programma di conservazione* que contém indicações sobre o tipo e periodicidade das acções de manutenção, diminuindo o risco de degradação acentuada;
- *manuale d'uso* que é vocacionado para os utentes do edifício, contendo instruções para uma utilização correcta e um melhor conhecimento do imóvel. Deste modo, é possível colaborar activamente na sua manutenção quotidiana;
- *prospetto degli oneri economici* que consiste num documento que permite a gestão dos recursos económicos para a realização das intervenções do plano de manutenção.

A nível normativo, são diversos os documentos que definem orientações quer na implementação de sistemas de gestão de manutenção, quer no planeamento das acções de manutenção.

Em Inglaterra, ao nível dos sistemas de gestão, foi publicada *a British standard guide to building maintenance management* (BS 8210, 1986).

No Brasil, a norma NBR 14037 (*"Manual de operação, uso e manutenção das edificações - conteúdo e recomendações para a elaboração e apresentação", 1987),*o Código de Defesa do Consumidor e a implementação de sistemas de gestão de qualidade foram uma mais valia para que manuais de operação, uso e manutenção fizessem parte das garantias (FLORES-COLEN, 2010).

Em Espanha, a regulamentação incentiva a realização de registos e a definição de responsabilidades, tanto no caso dos proprietários como dos utilizadores. As "*Normas Tecnológicas de la Edification*", não sendo de

aplicação obrigatória, podem ser consideradas um bom manual para as acções de manutenção, definindo processos de actuação para diferentes anomalias com controlos periódicos (FLORES-COLEN, 2010).

Em Itália, as normas *Ente Nazionale Italiano di Unificazione (UNI)*, consistem num conjunto detalhado de documentos relativos à manutenção de parques edificados. Para o estudo em elaboração, destacam-se a UNI 10874: 2000 (linhas de orientação para elaboração de manuais de manutenção) e a UNI 11257:2007 (critérios para a elaboração do plano e do programa de manutenção de edifícios).

2.3.4. Projectos de investigação e organismos

A preocupação pelo estado de conservação do parque habitacional é cada vez mais frequente nos dias de hoje. Existem diversos organismos nacionais e internacionais dedicados à manutenção de edifícios (Tabelas 2.2 e 2.3) e, de um modo geral, partilham os seguintes objectivos (FLORES, 2002; FALORCA, 2004):

- publicação de documentos científicos sobre manutenção de edifícios;
- promoção do estudo e implementação de tecnologias adequadas de manutenção, tendo em vista a melhoria da manutenção para o benefício dos utentes;
- recolha de informações e casos de estudo relativos à manutenção de edifícios;
- tratamento estatístico de informação recolhida;
- inventariação de outras organizações e empresas ligadas ao sector, promovendo intercâmbios.

Tabela 2.2 Principais organismos nacionais focados no sector da manutenção, adaptado de FLORES (2002) e FALORCA (2004)

Âmbito	Organismo	Nomenclatura
Nacional	Instituto da Habitação e Reabilitação Urbana	IHRU
	Instituto de Gestão do Património Arquitectónico e Arqueológico	IGESPAR
	Associação Portuguesa para Reabilitação Urbana e Protecção do Património	APRUPP
	Associação Portuguesa de *Facility Management*	APFM
	Laboratório Nacional de Engenharia Civil	LNEC
	Grémio das Empresas de Conservação e Restauro do Património Arquitectónico	GECORPA

Em termos nacionais, constatou-se que a investigação desenvolvida se tem centrado principalmente no estudo da patologia da construção e só nos últimos anos na área da manutenção. O tema da manutenção tem sido referido em alguns seminários e congressos nacionais, mas em muitos dos casos num plano secundário, face à importância desta área.

Na Tabela 2.3, são apresentados os principais organismos internacionais, responsáveis pelos diversos desenvolvimentos verificados no sector da manutenção. Os mesmos foram base de diversos desenvolvimentos a nível nacional.

Tabela 2.3 Principais organismos internacionais focados no sector da manutenção, adaptado de FLORES (2002) e FALORCA (2004)

Âmbito	Organismo	Nomenclatura
Internacional	*European Federation of National Maintenance Societies*	EFNMS
	Japan Institute of Plant Maintenance	JIPM
	Associazone Italiana Manutenzione	AIMAN
	Associação Brasileira de Manutenção	ABRAMAN
	Building Owners & Managers Association	BOMA Internacional
	Concil Reasearch and Innovation in Building and Construction	CIB - W70
	Federação Ibero-Americana de Manutenção	FIM
	Asociación Espanola de Mantenimiento	AEM
	Association Française des Ingénieurs et Responsables de Maintenance	AFIM

No âmbito da inspecção, os maiores desenvolvimentos ocorreram nos últimos dez anos. WALTER (2002) apresentou na sua dissertação de mestrado um sistema de classificação para a inspecção de impermeabilizações de coberturas, elaborando fichas de anomalias e respectivas fichas de reparação. SILVESTRE (2005) desenvolveu um sistema de apoio à inspecção e diagnóstico de anomalias em revestimentos cerâmicos aderentes. GARCIA (2006) trabalhou no desenvolvimento de um sistema de apoio à inspecção e diagnóstico de revestimentos de pisos industriais (revestimentos epóxidos). Mais tarde, NETO (2008), PEREIRA (2008) e DELGADO (2008) desenvolveram sistemas idênticos, tendo em conta os respectivos revestimentos, pedra natural, pisos lenhosos e rebocos em paredes de pedra de cal. Por último, GARCEZ (2009) desenvolveu um sistema de inspecção e diagnóstico de revestimentos exteriores de coberturas inclinadas, considerado o projecto mais importante para a elaboração do projecto em causa.

Na área da manutenção, RODRIGUES (1989) desenvolveu um modelo de simulação da necessidade de intervenção em edifícios. Mais tarde, GOMES (1992) apresentou diversos critérios para a manutenção de um edifício durante a sua vida útil. FLORES (2002) e FALORCA (2004) desenvolveram estratégias de manutenção para fachadas de edifícios, servindo de base a diversas outras investigações que estão a ser desenvolvidas não só para fachadas, mas para outros elementos construtivos.

Tendo em conta a preocupação cada vez mais acrescida do estado de conservação do parque habitacional português, em 2008 e 2009, foram desenvolvidas diversas dissertações na área da manutenção. BARROS (2008) elaborou diversos planos de manutenção para o elemento construtivo coberturas e, mais tarde, FERREIRA (2009) estudou as actividades de manutenção a realizar em coberturas inclinadas e planas, determinando os custos e rendimentos das operações, assim como o custo da vida útil para os dois tipos de coberturas, no entanto, em nenhum dos casos foi apresentado um adequado procedimento de analise individual dos EFM existentes no sistema de cobertura, bem como um procedimento para determinar quais as prioridades de intervenção. Nesse mesmo ano, LEITE (2009) desenvolveu planos de manutenção para edifícios habitacionais. Este último projecto de investigação teve também como objectivo servir de modelo de apoio a serviços Municipais para a gestão do património de habitação social.

Por último, MADUREIRA (2011) elaborou um manual e plano de inspecção e manutenção de fachadas de edifícios correntes.

Relativamente a conferências existentes a nível nacional, destacam-se os diversos encontros organizados pelo LNEC (cursos sobre conservação e reabilitação de edifícios, simpósios internacionais sobre patologia, durabilidade e reabilitação de edifícios) e pelo Grupo de Estudos da Patologia da Construção (PATORREB).

A nível internacional, ao contrário do que acontece em Portugal, desde o princípio dos anos 80, o desenvolvimento do sector da manutenção de edifício tem sido alvo de diversos projectos de investigação. Países como o Reino Unido e a Holanda desenvolvem diversos estudos relativos a inspecções e monitorização de edifícios, com o objectivo de melhorar as bases de dados bem como a avaliação do seu desempenho e da sua deterioração ao longo do tempo, facilitando assim as posteriores tomadas de decisão (KIANG, 1991).

A entidade inglesa PSA - *Property Services Agency Directorate of Building and Quantity Surveying* desenvolveu fichas-tipo, as quais se vieram a revelar de grande utilidade nos países de origem. No Reino Unido, *The Royal Institution of Chartered Surveyors* (RICS) realiza regularmente listas com os defeitos mais comuns (FERREIRA, 2009).

Em França, a *"Sycodés"* gere diversas informações sobre os defeitos dos edifícios, sendo reunidas e processadas centralmente após a sua recepção das companhias de seguros (FALORCA, 2004).

No âmbito da manutenção planeada, foi elaborado em 1989, na Irlanda, um estudo para a "Corporação de Dublin". O estudo em causa sugeriu o incremento da manutenção em três níveis de planeamento a longo, médio e curto prazo. Com a sua aplicação, foi possível melhorar a manutenção planeada, programada e cíclica, diminuindo as despesas de manutenção em 50% (MINOGUE, 1991).

Em PERRET (1995), encontram-se publicadas 308 fichas técnicas que identificam a evolução das operações de manutenção para os vários elementos do edifício (estrutura, cobertura, acabamentos, instalações e outros), durante a sua vida útil.

Em ARBIZZANI (1992), desenvolveu-se uma técnica de diagnóstico, que mais tarde foi referida no "Manuali di Manutenzione". A técnica em causa permite associar um elemento a diversas operações de intervenção, de acordo com uma escala de degradação ou uma escala de urgência de actuação.

Com base em cursos de manutenção realizados em Madrid, o *Consejo Superior de los Colegios de Arquitectos de Espanã* elaborou o "*Manual de mantenimiento de edifícios",* cujo objectivo principal era aprofundar o conhecimento do sector da manutenção por parte dos arquitectos. No manual em causa, referem-se os aspectos legislativos mais importantes, as acções de manutenção mais relevantes nos diversos elementos do edifício e uma análise económica dessas mesmas acções.

Desde o encontro do *International Concil Reasearch and Innovation in Building and Construction W70* (CIB W70), realizado em Roterdão em 1979, onde se constatou a existência de pouca legislação na área da manutenção dos edifícios, foram criadas diversas áreas de investigação, permitindo avanços tecnológicos na previsão da vida útil e no comportamento dos materiais, assim como desenvolvimentos na área da manutenção de edifícios (FLORES, 2002). Das diversas conferências existentes, podem-se destacar:

- *systems of maintenance planning* (CIB), realizada na Escócia em 1983;
- *building maintenance and modernisation worlwile* (CIB), realizada em Singapura no ano 1992;
- *management maintenance and modernization of buildings* (CIB), realizada na Holanda em 1992;
- *strategies & technologies for maintenance & modernization of building* (CIB) realizada em Tóquio no ano 1994;
- *user-oriented and cost effective management, maintenance and modernization of building facilities* (CIB), realizada na Finlândia em 1996;
- *facilities management and maintenance. The way into the millennium* (CIB), realizada em Singapura no ano 1998;
- *exploring the global knowledge base on facilities management, workplaces, and asset maintenance management* (CIB), realizada em *Glasgow* no ano 2002*;*
- *human elements in facilities management. Understanding the needs of our customers* (CIB), realizada em *Hong Kong* no ano 2004*;*
- *changing user demands on buildings. Needs for lifecycle planning and management* (CIB)*,* realizada em *Trondheim* no ano 2006;
- *healthy and creative facilities* (CIB), realizada em *Edinburgh* no ano 2008*.*

As conferências internacionais *Durability of Building Materials and Components* (DBMC), permitiram também diversos avanços na área da manutenção (durabilidade, vida útil e gestão da manutenção).

Os projectos de investigação "EUREKA 2081 - *MAINTENVIR Building maintenance considered under ecological and economical aspects*" e " *Construction Quality Forum*" foram importantes nas temáticas da vida útil, regras de manutenção e defeitos dos edifícios.

Nos dias de hoje, o progresso internacional nesta temática prossegue através de projectos de investigação a cargo principalmente da organização CIRIA (FERREIRA 2009):

- o "*Acess for maintenance and repair: design guidance",* cujo objectivo principal consiste na concepção de edifícios novos com acessos adequados e seguros para que seja possível proceder a acções de manutenção e reparação;
- o *''Operational and maintenance manuals: Phase I - Buildings",* cujo objectivo principal consiste em elaborar uma ferramenta com todas as operações de manutenção, incluindo detalhes sobre construção de edifícios, recomendações, entre outros.

2.4. A manutenção ao longo da vida útil

As acções de manutenção de um edifício pretendem satisfazer as necessidades dos seus utilizadores, pelo que o modo como é executada e definida as estratégias de manutenção têm um papel fundamental no eficaz desempenho de um edifício.

De seguida, descrevem-se não só os diversos intervenientes no processo de manutenção, como as diversas estratégias e os parâmetros que influenciam a prática das mesmas.

2.4.1. Intervenientes no processo de manutenção

Durante a vida útil de um edifício, muitos dos problemas relacionados com a falta de qualidade devem-se, em geral, a erros de projecto, execução e à falta de acções de manutenção (JOHNSON & WYATT, 1999).

Segundo FERREIRA (2009) e LOPES (2005), nos últimos anos os edifícios têm sido projectados com uma maior preocupação (ao contrário do que ocorria nos anos 90, cuja qualidade era muito reduzida), com o objectivo de colmatar as falhas já referidas, surgindo a necessidade do dono de obra impulsionar os projectistas a uma constante preocupação com as questões de durabilidade, manutenção e utilização do edifício. Para tal, será importante implementar planos de manutenção adequados à funcionalidade e utilização do edifício, onde serão referidas todas as acções de manutenção a realizar, a sua periodicidade e recomendações gerais, evitando a realização de intervenções de reparação inadequadas e tardias.

De um modo geral, todos os intervenientes no processo de um empreendimento contribuem para uma correcta manutenção. Na Tabela 2.4, são indicadas as áreas de participação no processo de manutenção de cada interveniente, bem como as principais funções de cada um.

Tabela 2.4 Os diversos intervenientes no processo de manutenção e respectivas funções, adaptado de FERREIRA (2009) e LOPES (2005)

Designação	Áreas de participação no processo de manutenção	Principais funções
Dono de obra	Estratégia	Define o objectivo da intervenção e acompanha o seu desempenho.
Projectista	Concepção	Elabora a intervenção.
Fabricante	Execução	Fornece os materiais a utilizar.
Empreiteiro geral	Execução	Coordena os trabalhos.
Empreiteiro de serviços especializados	Execução	Executa as actividades mais específicas.
Fiscal	Planeamento e controlo	Acompanha e verifica a realização da intervenção.
Especialista em inspecções e ensaios	Planeamento e controlo	Recolhe as informações necessárias à concepção da intervenção.
Utentes	Utilização	Conhecem o edifício; com a documentação necessária poderão controlar o estado de conservação do edifício.

2.4.2. Elementos fonte de manutenção (EFM)

A degradação de um edifício depende de diversos factores, pelo que o seu comportamento na perspectiva da manutenção provém dos vários elementos que o constituem, já que cada um deles apresenta mecanismos próprios de degradação. Deste modo, surgiu a necessidade de fazer uma subdivisão do edifício em vários elementos, designando-os por elementos fonte de manutenção (EFM) (RODRIGUES, 2001). Segundo o mesmo autor, os EFM podem agrupar-se em classes, consoante a sua função.

2.4.3. Estratégias de manutenção

A manutenção de um edifício deve-se à necessidade de optimizar o seu desempenho durante a fase de utilização, mantendo o conforto e satisfação dos utentes. Deste modo, é necessário evitar a degradação precoce dos edifícios através de acções de manutenção, prolongando assim a sua vida útil (FERREIRA, 2009).

O estudo de estratégias no âmbito da adopção de uma política de manutenção adequada tem sido nos últimos anos desenvolvido por diversos autores, apresentando diferenças, quer ao nível do conceito, quer ao nível do significado. Segundo FALORCA (2004), a manutenção é cada vez mais um factor fundamental na gestão dos edifícios com um peso bastante elevado, em termos de custos totais, durante a sua vida útil.

De acordo com PERRET (1995), numa construção cuja vida útil seja 50 anos, as despesas das fases de execução e concepção são cerca de 20 a 25% dos custos totais. Em contrapartida, as fases de exploração e manutenção constituem cerca de 75 a 85% desses mesmos custos.

De acordo com FLORES-COLEN & BRITO (2010), as estratégias de manutenção são essenciais para controlar as primeiras fases de degradação, impedindo a contínua perda de qualidade e funcionalidade dos elementos construtivos. Com a previsão e realização de estratégias de manutenção eficazes, é possível determinar os instantes, durante a vida útil dos elementos, em que se deve actuar, através de intervenções de reparação ou de substituição, diminuindo, de certa forma, os custos e recursos a utilizar. De acordo com a representação da Figura 2.7, as estratégias de manutenção podem ser subdivididas em dois grandes grupos: pró-activa (preventiva e predictiva) e reactiva / correctiva (FLORES, 2002).

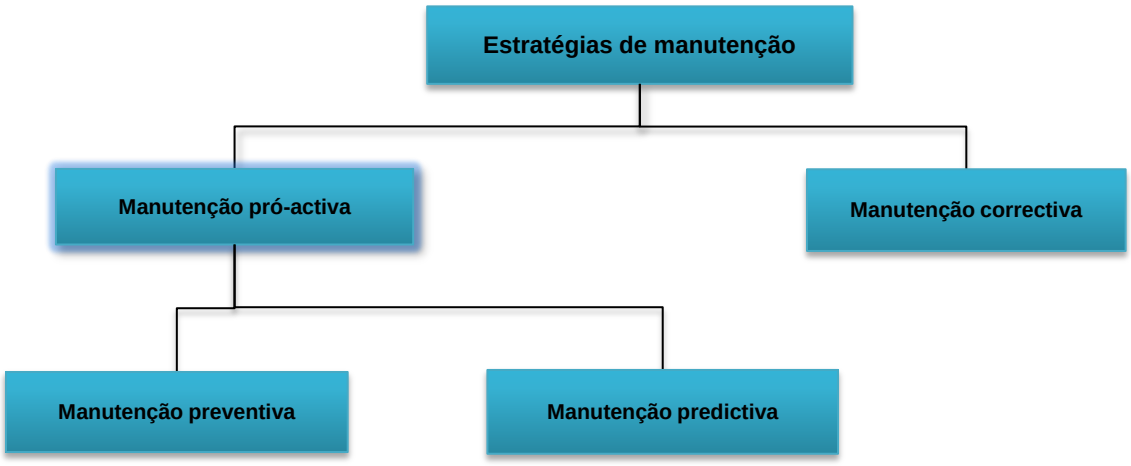


Figura 2.7 Estratégias de manutenção FLORES (2002)

2.4.3.1. Manutenção correctiva

A manutenção correctiva, também designada por curativa ou reactiva consiste, de acordo com ARDITI & NAWAKORAWIT (1999), em permitir que os mecanismos de deterioração dos elementos do edifício operem e só depois intervir na acção de reparação após rotura. Por outro lado, este tipo de estratégia é aplicado em

situações imprevistas de anomalias / roturas e acarreta, normalmente, custos e incómodos no correcto funcionamento do edifício.

Segundo RODRIGUES (2001), as intervenções associadas às acções de manutenção correctiva, podem subdividir-se segundo a Tabela 2.5.

Tabela 2.5 Tipos de intervenções associadas à manutenção correctiva, RODRIGUES (2001)

Tipo de intervenção	Características
Pequena dimensão	Reconhecer e assessorar as operações destinadas a repor as condições originais.
Grande dimensão	Normalmente associado à reabilitação; trabalhos que carecem de meios mais específicos, tais como a beneficiação e à reconstrução.
Urgente	Anomalias detectadas numa fase de deterioração avançada, sendo necessário uma intervenção imediata de correcção ou substituição.

De modo a maximizar a eficiência deste tipo de manutenção, melhorando a capacidade de resposta perante uma necessidade de intervenção, qualquer entidade responsável pela gestão de um edifício (principalmente pela envolvente do mesmo) deve apresentar metodologias predefinidas. Devem ser definidas fichas de reparação para a solução determinada, de acordo com o diagnóstico realizado. Estas fichas de reparação devem apresentar os seguintes elementos (ARDITI & NAWAKORAWIT, 1999):

- acções prévias;
- materiais, equipamento e tipo de mão-de-obra;
- modo de execução;
- método de controlo necessário.

A existência de fichas de diagnóstico rápido que permitam actuar de acordo com a situação existente é um aspecto bastante importante para uma correcta manutenção correctiva. Tal como referido, existem diversos estudos estrangeiros que desenvolvem fichas-tipo, entre os quais se destaca a entidade inglesa PSA - *Property Services Agency Directorate of Building and Quantity Surveying.*

Em Portugal foram desenvolvidas diversas dissertações da responsabilidade do Professor Jorge de Brito (IST) que, de forma sistemática, caracterizam os sintomas patológicos dos elementos do edifício e as respectivas acções correctivas. A proposta do novo RGEU irá obrigar à realização de inspecções periódicas de modo a avaliar o estado de conservação e desempenho dos diversos elementos do edifício que, por consequência, poderá levar a um progressivo abandono da manutenção correctiva. Este tipo de projectos poderá ser uma mais valia para uma eficaz manutenção da envolvente do edifício, já que é a zona mais vulnerável à degradação.

Em suma, a manutenção correctiva poderá parecer uma solução com vantagens. No entanto, segundo FLORES-COLEN (2010), durante a fase de exploração do edifício, verificam-se diversos inconvenientes:

- devido à falta de planeamento, existe a dificuldade de intervir perante mais do que uma intervenção com carácter urgente;

- rápida degradação de alguns elementos dos edifícios por inexistência de denúncia por parte dos utentes ou porque se trata de situações cuja reparação fica onerosa;
- recurso a empresas para intervenções, com custos elevados, dada a inexistência ou insuficiência de meios capazes de dar respostas atempadas;
- com os meios disponíveis, em muitos casos torna-se difícil compatibilizar as intervenções, sendo necessário recorrer a trabalhos em horas extraordinárias, com os inevitáveis sobrecustos;
- nos casos em que os utentes valorizam mais o conforto interior das casas, em vez dos aspectos da conservação da envolvente, verifica-se a ausência de reclamações e, deste modo, de intervenções.

2.4.3.2. Manutenção pró-activa

A manutenção pró-activa consiste na implementação de planos de intervenção, devendo estes ser executados antes da ocorrência de possíveis anomalias, diminuindo a probabilidade de rotura dos elementos de construção (SOUZA & RIPPER, 1998). Por conseguinte, a utilização deste tipo de manutenção permite melhorar a alocação de custos e minimizar a perda de desempenho durante todo o ciclo de vida útil (FLORES-COLEN, 2010).

Segundo FLORES (2002), embora existam os dois tipos de manutenção pró-activa já referenciados com funções distintas, torna-se uma mais valia a aplicação de um plano de manutenção mista integrada, já que na maioria das vezes o conhecimento inicial do estado de degradação dos elementos é bastante reduzido. Este plano deve então contemplar acções de manutenção preventivas, prevendo possíveis anomalias e predictivas com vista à inspecção do comportamento em serviço desses elementos.

Manutenção preventiva

A manutenção preventiva consiste em estabelecer e executar um conjunto de actividades de manutenção em intervalos pré-determinados ou outros critérios prescritos. Deste modo, permite a redução de trabalhos extraordinários e simultaneamente a probabilidade de falha ou a degradação dos diversos elementos do edifício (WOOD, 2003). Para tal, segundo a NP 4483 (2008), deverá ser estabelecido um procedimento documentado e definidos os seguintes acções:

- determinar potenciais anomalias e suas causas;
- avaliar a necessidade de acções a empregar para prevenir a ocorrência de anomalias;
- determinar e implementar as acções necessárias;
- registar os resultados obtidos pelo emprego de determinada acção;
- rever a eficácia das acções preventivas empregadas.

Segundo FLORES-COLEN & BRITO (2010), para aplicar uma manutenção preventiva, é necessário ter o conhecimento do desempenho em serviço dos vários elementos que constituem o edifício e a definição da vida útil dos mesmos, os quais devem ser sistematizados em planos de inspecção e manutenção desde a fase de projecto, contribuindo assim para uma redução dos custos globais.

Este tipo de intervenção deve, de acordo com FLORES (2002), considerar aspectos económicos, ambientais e funcionais, mas principalmente aspectos técnicos sobre materiais e soluções construtivas, abrangendo as seguintes actividades:

- anomalias relevantes;
- causas prováveis;
- sintomas de pré-patologia;
- apuramento das operações de manutenção;
- vida útil de cada elemento fonte de manutenção;
- caracterização dos mecanismos de degradação;
- comparação com o comportamento em outros edifícios;
- custos das operações.

As medidas de manutenção preventiva devem ser implementadas na fase de projecto, no caso de edifícios novos, ou em fase de utilização, no caso de edifícios existentes (FLORES-COLEN, 2010). Na Tabela 2.6, descreve-se o processo de aplicação deste tipo de manutenção nas duas fases distintas.

Em suma, segundo FLORES-COLEN (2010), a manutenção preventiva apresenta vantagens e desvantagens:

- tal como referido, por um lado, permite planear as operações de manutenção e os custos, reduzindo a necessidade de execução de trabalhos extraordinários. Este tipo de manutenção actua antes da ocorrência de problemas, optimizando os recursos e custos;
- por outro lado, exige uma análise desde a fase de projecto, com dados base de suporte e um controlo preciso do planeado, com actualização constante.

Tabela 2.6 Processo de aplicação da manutenção preventiva, adaptado de FLORES-COLEN (2003)

	Manutenção preventiva
Fase de projecto	• análise do projecto com recolha de dados; • elaboração de ficha técnica de intervenção; • elaboração do planeamento de base e orçamento.
Fase de utilização	• controlo do planeamento e orçamento, com registo e actualização de dados; • caso sejam detectadas anomalias não previstas, procede-se a uma intervenção correctiva.

Manutenção predictiva

A manutenção predictiva é semelhante à preventiva em diversos aspectos. Este tipo de manutenção diferencia-se da preventiva na perspectiva de se realizarem inspecções, que permitem avaliar o estado de degradação dos diversos elementos do edifício. Deste modo, é possível actuar com eficácia antes da ocorrência de anomalias, através de uma calendarização fixa de inspecções periódicas. Durante essas inspecções, são avaliadas as anomalias que já ocorreram e identificados os sintomas de pré-rotura (CRUZAN, 2009).

A manutenção predictiva está bastante dependente do diagnóstico realizado tendo em conta o desempenho em serviço e os critérios de decisão para a escolha das acções de manutenção. Um outro aspecto significativo durante a prática deste tipo de manutenção é a dificuldade de escolha de critérios e prioridades de manutenção devido aos vários intervenientes que, na maioria das vezes, apresentam diferentes perspectivas na avaliação da condição, dando mais importância a uns critérios do que outros (WILLIAMS, 1994; FLORES-COLEN et al., 2008).

Tal como na manutenção preventiva, as medidas predictivas (planeamento das inspecções) devem ser definidas na fase de projecto, no caso de edifícios novos e na fase de utilização, no caso de edifícios existentes (FLORES-COLEN, 2010). Na Tabela 2.7, descreve-se o processo de aplicação deste tipo de manutenção nas duas fases distintas.

Tabela 2.7 Processo de aplicação da manutenção predictiva, adaptado de FLORES-COLEN (2003)

	Manutenção predictiva
Fase de projecto	• análise do projecto com recolha de dados. Identificação dos tipos, periodicidades e custos das inspecções; • elaboração do planeamento de base das inspecções.
Fase de utilização	• avaliação do estado de degradação do elemento em cada inspecção realizada através de observação visual, instrumentação, ensaios laboratoriais ou análise histórica. Definição do modo de actuação caso existam sintomas pré-patológicos ou anomalias; • controlo de trabalho, registo / tratamento de dados e actualização do planeamento inicial.

Em suma, de acordo com FLORES-COLEN (2010), a manutenção predictiva apresenta vantagens e desvantagens:

- este tipo de manutenção apresenta uma maior capacidade para detectar a necessidade e o tipo de intervenção reduzindo, deste modo, o número de anomalias imprevistas;
- a implementação deste tipo de estratégia é mais fácil pois são apenas planeadas as inspecções e não as actividades de manutenção;
- por outro lado, este tipo de estratégia exige um método de diagnóstico válido durante a inspecção, sendo necessária a caracterização do estado do elemento;
- é necessário optimizar os custos de inspecção em comparação com os custos de reparação, de acordo com a fiabilidade da informação recolhida.

Na última década, existiram diversos desenvolvimentos nacionais na área de manutenção pró-activa. Na maioria das investigações (FLORES, 2002; FALORCA, 2004; LEITE, 2009; MADUREIRA, 2011), as fachadas dos edifícios foram os elementos fonte de manutenção mais estudados, ao contrário do que acontece com as coberturas. Apesar de a fachada não ser o elemento em estudo desta dissertação, pensa-se que é importante e uma mais valia referir diversos aspectos sobre a manutenção pró-activa deste elemento.

FLORES (2002), FALORCA (2004) e posteriormente BARBOSA (2009), concluíram que a manutenção preventiva está sempre associada a um comportamento teórico de um elemento, pelo que, caso a informação disponível seja pouco consistente e clara, esta poderá apresentar-se desenquadrada da

realidade. Por outro lado, a estratégia predictiva, permite avaliar periodicamente o comportamento dos elementos e definir adequadas acções de manutenção.

Os mesmos autores demonstraram que a manutenção predictiva é mais vantajosa economicamente, desde que, com base nos resultados das inspecções realizadas relativamente cedo na vida útil do elemento, se consiga obter a sua taxa de degradação real. Após a mesma análise prática, também concluíram que a manutenção predictiva origina um aumento da vida útil do elemento (neste caso do revestimento da fachada) comparando com a estratégia preventiva e, por consequência, diminui a taxa de degradação.

2.4.4. Parâmetros com influência na eficácia de estratégias manutenção

Com o intuito de conferir fiabilidade às estratégias de manutenção pró-activas, é necessário caracterizar determinados parâmetros que poderão influenciar a eficácia destas estratégias. A análise desses parâmetros será uma mais valia para o desenvolvimento de diversos factores no Capítulo 4 desta investigação.

2.4.4.1. Vida útil

A vida útil é considerada um dos parâmetros fundamentais para a fiabilidade de qualquer estratégia de manutenção. No âmbito da dissertação, interessa clarificar o conceito de vida útil, pelo que foram resumidas na Tabela 2.8 diferentes definições do parâmetro em causa, de acordo com várias normas e autores.

Tabela 2.8 Diversas definições de vida útil

Autores	Descrição de vida útil
CSOPT (2004)	Define-se como o período em que a respectiva estrutura não apresenta degradação dos materiais, devido às condições ambientais, originando a redução da segurança estrutural inicial.
ASTM E2136 (2004)	É um período de tempo após a execução durante o qual todas as partes do edifício excedem valores mínimos aceitáveis quando sujeitas a manutenção regular.
ISO 15686-1 (2000)	É o período de tempo após a construção no qual o edifício ou os seus elementos igualam ou excedem as exigências mínimas de desempenho.
BRAND (1994)	É o período de tempo durante a qual a edificação desempenha as exigências de serviço que lhe foram atribuídas, para determinadas condições de utilização e tendo em conta o factor custo / beneficio e a mínima afectação ambiental.

De acordo com FLORES-COLEN & BRITO (2003), a previsão da vida útil pode ser avaliada através dos seguintes factores:

- referência da experiência anterior, em construções, usos e condições climáticas similares;
- medição da taxa natural de degradação, tendo em conta uma utilização e exposição num curto intervalo de tempo e uma estimativa do limite da durabilidade;
- realização de diversos ensaios acelerados com o objectivo de reduzir a resposta à acção de um ou mais agentes de degradação.

A vida útil está inteiramente relacionada com a durabilidade dos edifícios e dos seus elementos, pelo que é necessária a existência de uma gama de indicadores de degradação com o intuito de representarem os elementos que sofreram deterioração (BOURKE & DAVIES, 1999).

MADUREIRA (2011) pretendeu demonstrar, na elaboração de um plano de inspecção e manutenção de fachadas, a grande influência que a vida útil de cada revestimento apresentava na preconização de acções de manutenção pró-activas. Para o caso de elementos fonte de manutenção com vidas úteis reduzidas, estes exibiam uma substituição menos onerosa, pelo que a execução de acções de manutenção pesadas demonstravam-se menos viáveis de serem aplicadas. Por outro lado, para materiais com maiores vidas úteis e consequentemente maior resistência à degradação, o mesmo autor, com base em diversas referências bibliográficas, verificou a necessidade de se executarem mais acções de manutenção ao longo da sua vida útil.

Segundo GASPAR (2010) e RUDBECK (1999), a nível internacional existem diversas normas e legislação sobre a durabilidade das edificações. A produção de textos normativos conheceu um grande impulso a partir do início da década de 90 do século XX, de entre os quais se podem destacar:

- a Holanda, país pioneiro na aplicação de legislação baseada em exigências de desempenho (desde 1983);
- a Nova Zelândia em que, apesar de em 1992 se ter adoptado legislação relativa à vida útil e durabilidade dos edifícios, a dificuldade de quantificar as exigências e a ausência de formação por parte dos responsáveis das construções obrigaram a um recuo dessa mesma legislação;
- o Reino Unido que em 1992 publicou a norma BS 7543 "*British guide to durability of building elements, products and components*". Esta norma apresenta diversos métodos para estimar valores de vida útil de elementos da construção;
- o Canadá que, com base na norma BS 7543, criou o *"Guideline on durability in buildings".*

No entanto, apesar de todos estes esforços por parte dos países referidos, o grande impulso ao nível das metodologias para a estimativa da vida útil das construções veio do Japão através do "*Japanese principal guide for service life planning of buildings*". Este documento, mais tarde traduzido numa curta versão inglesa (A.I.J, 1993), propõe a utilização de um método factorial para a determinação da vida útil, tendo em conta uma vida útil de referência que pode ser obtida através de informação técnica dos fabricantes, da experiência anterior, da observação de construções e materiais semelhantes ou através de bibliografia técnica (GASPAR & BRITO, 2000).

Todos estes conceitos serviram de base ao método factorial recentemente integrado no conjunto de normas ISO 15686-2 (2001). A vida útil estimada é dada pela Equação 2.1.

$$\mathrm{ESLC} = \mathrm{RSLC} \times \mathrm{A} \times \mathrm{B} \times \mathrm{C} \times \mathrm{D} \times \mathrm{E} \times \mathrm{F} \times \mathrm{G} \qquad (2.1)$$

Os parâmetros ESLC e RSLC correspondem à estimativa da vida útil de um determinado elemento e à vida útil de referência, respectivamente. Os restantes factores são descritos na Tabela 2.9, com base em DANIOTTI (2003).

Tabela 2.9 Definição dos factores intervenientes no método factorial, DANIOTTI (2003)

Agentes agressivos	Factor	Descrição	
Agentes relacionados com a qualidade das características do elemento	A	Qualidade dos componentes	Fabrico, armazenamento e transporte de materiais e revestimentos protectores.
	B	Nível de projecto	Pormenorização dos diversos tipos de materiais, requisitos técnicos que evitam a existência de anomalias superficiais.
	C	Nível de execução	Gestão, fiscalização, nível de acabamentos e condições climáticas durante a execução dos trabalhos.
Meio ambiente	D	Ambiente interior	Agressividade do meio ambiente, ventilação, condensação.
	E	Ambiente exterior	Condições de micro-ambiente, poluição ambiente (emissões do tráfego, industrial, marítimo), intempéries.
Condições das di-versas operações	F	Condições de uso	Solicitações nos diversos elementos, ataque biológico, categoria dos utentes, deterioração da superfície.
	G	Nível de manutenção	Qualidade, periodicidade e acessibilidade para a execução de acções de manutenção.

Embora a expressão anterior pareça simples, existem diversas dificuldades e aspectos a ter em atenção quando se procede à sua determinação (BOURKE & DAVIES, 1999). Segundo a BS 7543 (1992), as principais causas de deterioração que podem afectar a vida útil dos elementos de construção devem-se principalmente a acções climáticas, de infestação biológica, interacções físicas e químicas o uso corrente. Segundo esta mesma norma, um fraco planeamento do projecto, uma má selecção dos materiais a utilizar, uma má qualidade dos materiais, uma mão-de-obra sem formação suficiente e uma manutenção deficiente são os principais factores para uma deterioração acelerada dos elementos construtivos.

Do exposto e, segundo LOPES (2005), conclui-se que a determinação da vida útil nas fases iniciais do empreendimento ou na fase de utilização é bastante importante, quer a nível técnico, quer a nível económico, pois permite:

- determinar os custos globais do edifício;
- comparar diferentes soluções técnicas;
- planear quais as estratégias de manutenção a utilizar e os respectivos custos;
- fundamentar as viabilidades técnicas e económicas.

Segundo HODGES (1999), a vida útil de uma cobertura pode ser definida como sendo o período de tempo até que a sua substituição seja necessária para proteger os utentes e o próprio edifício de diversas outras anomalias. A documentação relativa à vida útil das coberturas é bastante reduzida, destacando-se os trabalhos de CASH (1997), KYLE & KALINGER (1997), HODGES (1999) e BERGE (2001). O primeiro

refere que a causa principal da redução da vida útil de uma cobertura é a acção de temperaturas muito elevadas.

KYLE & KALINGER (1997) referem que a falta da manutenção e a poluição devido ao tráfego são os principais factores que provocam uma diminuição da durabilidade das coberturas, ilustrando mesmo que uma cobertura submetida a um nível de poluição elevado e a uma manutenção ineficaz poderá sofrer uma diminuição de 18 a 20% da sua vida útil, em comparação com uma cobertura em situações normais (níveis de poluição baixo e aplicação de uma eficaz estratégia de manutenção).

BERGE (2001) refere que, para além de todos os factores referidos (acções de manutenção, acção da temperatura, condições ambientais), a vida útil de uma cobertura depende bastante das características do material aplicado (processo de fabrico, composição química e estrutura física).

HODGES (1999) concluiu, com base em diversas referências bibliográficas (incluindo as referidas) que os elementos de uma cobertura apresentam uma vida útil compreendida entre 10 a 25 anos de idade.

Tendo em consideração a vida útil de um elemento construtivo, é necessário referenciar os documentos DPC (1989), CSA (1995), HAPM (1999), BFCLM (1999), ISO 15686-1 (2005), RICS (2001), os quais podem ser considerados verdadeiras bases de dados relativamente à vida útil de diversos elementos construtivos, incluindo coberturas. As normas ASTM (2004) apresentam também diversas estimativas de vida útil de elementos construtivos, consoante a maior ou menor facilidade de substituição dos elementos, destacando-se os revestimentos de coberturas, os quais exibem uma vida útil compreendida entre 12 a 25 anos.

De acordo com MADUREIRA (2011), a EOTA (*guidance document* GD002, 1999) refere que a vida útil dos componentes encontra-se relacionada com a vida útil das obras onde estes desempenham as suas funções. Os componentes em causas são divididos em categorias, tendo em consideração a facilidade de manutenção e a vida útil das construções (Tabela 2.10).

Tabela 2.10 Vida útil das construções e respectivos produtos, adaptado de EOTA (1999) e MADUREIRA (2011)

Vida útil das construções		Vida útil dos produtos	
Duração	Anos	Tipo de reparação / substituição	
		Facilmente reparável / substituível	Dificilmente reparável / substituível
Curta	10	10	10
Média	25	10	25
Normal	50	10	25
Longa	100	10	25

Segundo BARBOSA (2009), a norma ISO 15686-1 (2005), apresenta valores mínimos para a vida útil de projecto para o edifício e para os seus respectivos componentes. A norma em causa baseia-se no tipo de trabalho, tipo de elemento, acessibilidade, facilidade de substituição e no método factorial referido para a determinação dos valores de vida útil.

Os documentos técnicos, HAPM (1999), BFCLM (1999) e RICS (2001), apresentam as vidas úteis, dependendo dos materiais que constituem os elementos. No caso do HAPM (1999) e do BFCLM (1999), a

vida útil de um determinado elemento pode também depender de um factor de ajuste, consoante o meio exterior em que se encontra.

2.4.4.2. Níveis de qualidade

O nível de qualidade define-se como sendo a satisfação, ao longo da vida útil, das exigências pré-estabelecidas em projecto. Este parâmetro está relacionado com o grau de exigência de tolerâncias admissíveis, com os ensaios exigidos e com as especificações técnicas determinadas em projecto. A escolha de níveis mais ou menos exigentes depende do orçamento disponível, do desempenho dos materiais utilizados e da necessidade dos utentes (FLORES-COLEN & BRITO, 2003).

Segundo FLORES-COLEN & BRITO (2003), existem diferentes tipos de níveis de qualidade, que influenciam quer a fase de projecto, quer a fase de utilização com a implementação de estratégias de manutenção (Figura 2.8).

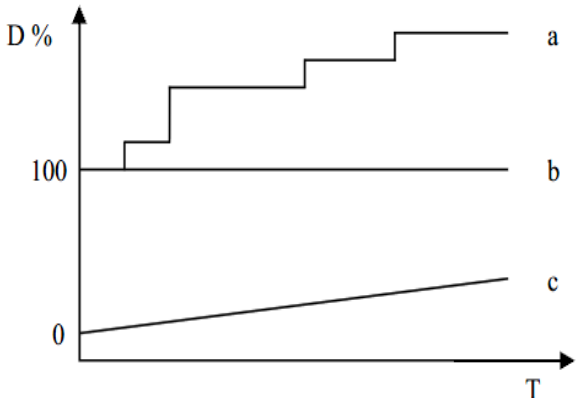


Figura 2.8 Diferentes níveis de qualidade de um edifício, FLORES-COLEN & BRITO (2003)

Observando esta figura, distinguem-se três níveis de qualidade consoante o patamar aceitável para a degradação dos elementos. Segundo FLORES (2002), os níveis apresentados com as letras “a, b e c” representam:

- nível “a” - nível de qualidade de exigência, ou seja, é a qualidade exigida por normas e regulamentos a que o edifício tem de obedecer. O acréscimo corresponde a alterações da legislação;
- nível “b” - nível de qualidade inicial que não contabiliza a degradação dos materiais, pelo que é constante ao longo do tempo;
- nível “c” - nível de qualidade mínimo que corresponde a um limite para o qual a utilização do edifício deixa de ser permitida.

2.4.4.3. Nível mínimo de qualidade

O nível mínimo de qualidade corresponde ao mínimo aceitável do desempenho do elemento (FLORES, 2002). O dono de obra é o responsável pela definição deste nível, com o apoio de um consultor ou do próprio projectista.

Se o nível mínimo de qualidade não for muito exigente, vão existir, por consequência, níveis de desempenho mais baixos, relacionados a diferentes estados de degradação, afectando o tipo de acções de manutenção e os custos (FALORCA, 2004).

A escolha do tipo de manutenção está relacionada com os diferentes níveis mínimos de qualidade e, por consequência, com os diversos estados de degradação (Figura 2.9).

Observando a Figura 2.9, verifica-se a existência de três patamares de níveis mínimos de qualidade distintos, designados por "q_1, q_2 e q_3":

- nível "q_1" - na situação de este nível se aproximar do nível inicial de qualidade, poderá ocorrer uma situação cujos custos sejam dispensáveis, já que as condições de projecto são muito rigorosas e a manutenção é excessiva;
- nível "q_2" - corresponde a um mínimo corrente de qualidade (funcional e estético). Neste caso, serão definidas estratégias de manutenção para conservar este nível;
- nível "q_3" - este nível apresenta um desempenho muito reduzido a tender para 0%. Neste caso, os elementos atingem com muita frequência a rotura.

Ainda no contexto da Figura 2.9, verifica-se que, a cada um dos níveis de qualidade referidos, correspondem diferentes períodos de vida útil (T_1, T_2 e T_3). Deste modo, facilmente se entende que a um nível de qualidade muito elevado, corresponde uma vida útil menor, enquanto que a um nível de qualidade reduzido acontece o inverso.

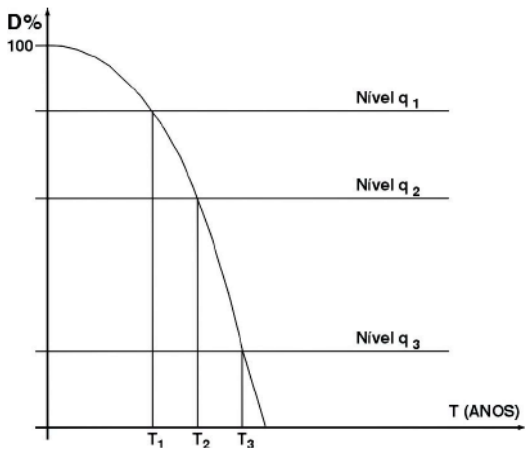


Figura 2.9 Níveis mínimos de qualidade, FLORES (2002)

2.4.4.4. Processo e modelos de degradação

De acordo com a norma internacional ISO 15686-1 (2000), degradação define-se como sendo as mudanças na composição, microestruturas e propriedades de um componente ou material, provocando uma redução do seu desempenho ao longo do tempo. Segundo HODGES (1999), e tal como referido, a acumulação dos efeitos da chuva, vento, temperatura, poluição e acção química causa a degradação progressiva da envolvente do edifício.

A durabilidade pode ser representada por diversos modelos de degradação, os quais devem ter em consideração todos os agentes que interferem na degradação. Para tal, deve-se recorrer a inspecções, modelos teóricos ou ensaios laboratoriais e de campo, permitindo uma representação fiável do comportamento do elemento ao longo do tempo. Os modelos de degradação permitem elaborar um planeamento económico a longo prazo e estimar a vida útil do elemento (FLORES-COLEN & BRITO, 2003).

Na Figura 2.10, são apresentados quatros padrões típicos de deterioração, com base num estudo de SHOHET et al. (1999) e adaptado por FLORES (2002), onde as ordenadas representam os desempenhos funcionais do elemento e as abcissas os tempos de vida útil, em anos.

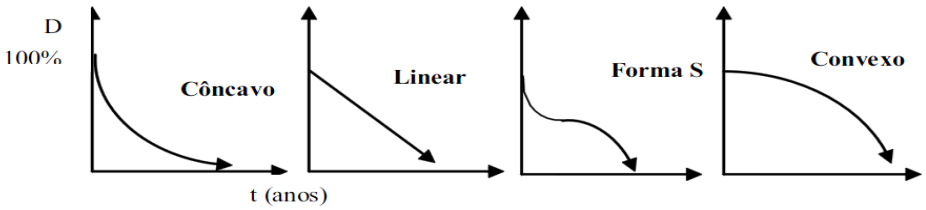


Figura 2.10 Quatro padrões típicos de deterioração do desempenho, FLORES (2002), traduzido de SHOHET et al. (1999)

De acordo com LOPES (2005), o modelo de perda de desempenho que mais se aproxima do processo real de degradação é aquele que apresenta a "forma de S". Segundo o mesmo autor, tal poderá ser justificado pelos seguintes aspectos:

- a perda de desempenho inicial devida a erros de projecto e de execução ou mesmo à qualidade dos materiais provoca o aparecimento de anomalias prematuras;
- numa fase posterior à inicial, a degradação dos elementos desenvolve-se lentamente ao longo da sua vida útil, não só devido ao envelhecimento natural mas também devido a diversas anomalias;
- mais tarde, as anomalias anteriores agravam-se provocando o surgimento de outros anomalias.

Segundo LOPES (2005), o processo de degradação é bastante complexo e baseado em diversos factores. A clarificação deste processo é de extrema importância para a compreensão do processo patológico.

2.4.4.5. Níveis de desempenho

Segundo SILVA & FALORCA (2009), na área da manutenção de edifícios, é necessário diferenciar o desempenho de cada elemento de acordo com a sua contribuição positiva ou negativa no seu comportamento geral. O comportamento em serviço dos elementos é um factor bastante importante para o eficaz desempenho de todo o edifício, pelo que deve ser avaliado com rigor e assim conferir fiabilidade à aplicação de estratégias de manutenção e contribuir para uma adequada gestão da manutenção.

De acordo com a comissão CIB W86, os edifícios e os seus elementos deverão satisfazer determinados requisitos:

- resistência mecânica e estabilidade;
- segurança em caso de incêndio;

- segurança no uso;
- protecção contra o ruído;
- economia de energia;
- retenção de calor.

Segundo MOSER (1999), o desempenho de um edifício está dividido em três partes consoante a importância para os utentes e o seu funcionamento geral. Na Figura 2.11, observa-se essa divisão de desempenho de um determinado edifício.

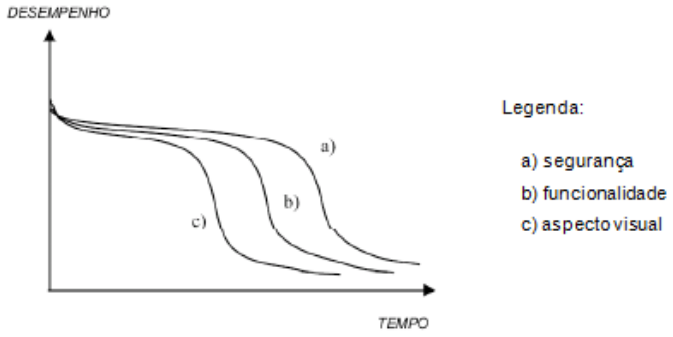


Figura 2.11 Curvas características do desempenho de um edifício, MOSER (1999)

Observando a Figura 2.11, verifica-se que o aspecto visual de um elemento é, em geral, o primeiro a sofrer alterações, pelo que é a parte que condiciona o início das intervenções de manutenção. Por outro lado, quando a segurança apresentar uma perda de desempenho acentuada, os restantes factores em análise já apresentam um estado de degradação bastante mais avançado. Quando o edifício ou elemento se aproxima no fim da sua vida útil, verifica-se que as perdas de desempenho dos factores em causa se aproximam em termos absolutos, apesar de o aspecto visual se encontrar comprometido há mais tempo (LEITE, 2009).

Cada elemento de um determinado edifício apresenta a sua função para o cumprimento das exigências dos utentes. Os elementos da envolvente exterior de um edifício (fachadas e coberturas) desempenham funções de tal importância que, caso não sejam cumpridas, podem comprometer, em grande escala, a degradação do edifício (ERDLY & SCHWARTZ, 2004).

Do exposto e de acordo com FLORES-COLEN & BRITO (2003), o desempenho de um edifício consiste no somatório de desempenhos dos diversos elementos para um determinado nível de qualidade durante a sua vida útil.

2.5. Manuais de serviço

A fase de serviço das edificações assume um papel muito importante, devido à necessidade de prolongar em condições de desempenho e conforto o parque edificado. Tal como referido, durante a fase de utilização dos edifícios, ocorrem diversos erros devido à ausência de manutenção ou até mesmo às más condições de

uso por parte dos utentes. Para colmatar esta situação e optimizar o desempenho dos edifícios, desenvolveram-se manuais de serviço que dispõem de um conjunto de informações necessárias para os cuidados e regras de utilização e manutenção de um edifício, de modo a apoiarem tanto os utentes (Manual de Utilização) como os gestores do edifício (Manual de Manutenção) (RODRIGUES, 2006).

Segundo LOPES (2005), a versão provisória do RGE refere que os edifícios novos e os edifícios que tenham sido alvo de intervenção e cujo custo seja superior a 50% de uma nova intervenção equivalente, deverão incluir no seu projecto de execução o manual de serviços, incluindo as actividades a desenvolver em inspecções e respectiva periodicidade, bem como os eventuais trabalhos de manutenção efectuados. O manual em causa deverá ser elaborado na fase de projecto para edifícios novos, ou em fase de utilização para edifícios existentes. Na Figura 2.12, encontra-se um esquema ilustrativo da organização do manual de serviços.

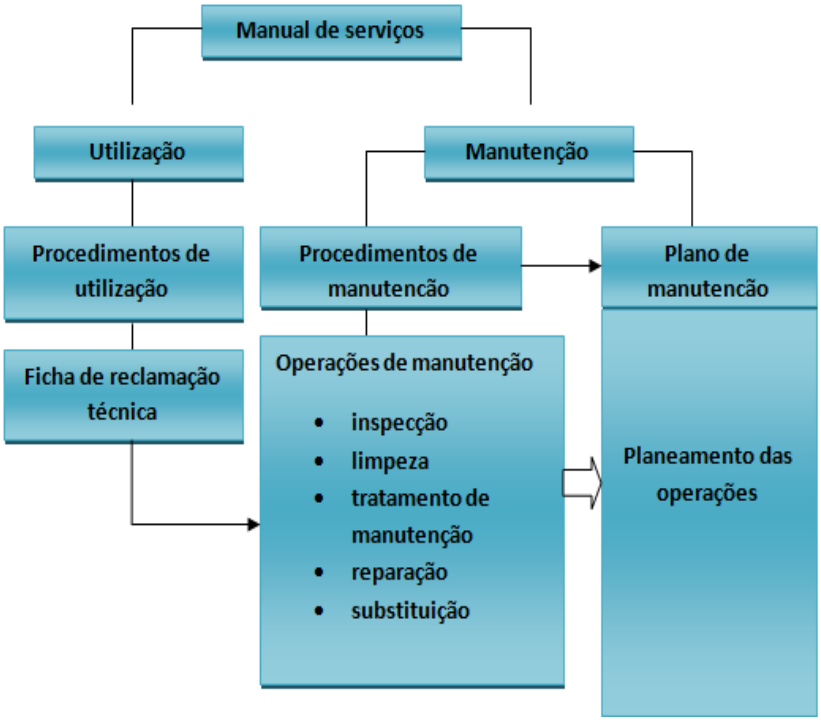


Figura 2.12 Síntese de um manual de utilização e manutenção, adaptado de LOPES (2005)

2.5.1. Manual de utilização

Os manuais de utilização pretendem disponibilizar as informações necessárias aos utentes dos edifícios. Estes manuais diferem de edifício para edifício, dependendo do tipo de edificação e do perfil dos utilizadores. Devem apresentar indicações, regras e cuidados a respeitar na utilização corrente do edifício e, em geral, deverão compilar as seguintes informações (RODRIGUES, 2006):

- características dos vários componentes e elementos do edifício;
- descrição dos materiais aplicados e equipamentos instalados;
- indicação das garantias e informações de fornecedores dos diversos componentes existentes no edifício;

- direitos e deveres dos utentes;
- legislação e regulamentos referentes a habitações;
- acções a realizar aquando da ocupação do espaço.

Segundo RODRIGUES (2006), a elaboração dos manuais de utilização deve ser da responsabilidade de empresas com experiência na área e vocacionadas para o domínio da utilização e manutenção. Este documento é fornecido no momento de aquisição de qualquer produto comercializado. No entanto, em Portugal um imóvel é fornecido apenas com uma manual, o qual apresenta a indicação das características dos componentes e elementos do edifício, descrição dos materiais e equipamentos instalado e a indicação das garantias e informações de fornecedores dos diversos componentes do edifício.

2.5.2. Plano / manual de inspecção e manutenção

O manual de manutenção tem o objectivo de orientar a entidade gestora e o utilizador na realização das tarefas e metodologias de manutenção do mesmo. Neste documento, deverá ser incluído um plano de manutenção que consiste num conjunto de especificações no sentido de definir previsões e planear acções de manutenção (SILVA & FALORCA, 2009).

Os planos de inspecção e manutenção são essenciais para a implementação de estratégias pró-activas de manutenção durante a vida útil dos elementos dos edifícios. Na fase inicial, são definidas as acções de manutenção mais prováveis (manutenção preventiva) e também as inspecções (manutenção predictiva) (SILVA & FALORCA, 2004).

Em Portugal, não existe legislação para que seja obrigatória a utilização deste tipo de manuais durante a vida útil do edifício. No entanto, já foram elaborados diversos projectos académicos nesta área e, segundo diversos autores (FLORES, 2002; LOPES, 2005; BARBOSA, 2009; LEITE, 2009), um plano de manutenção deve compreender os seguintes aspectos:

- apresentar a vida útil dos elementos construtivos;
- definir níveis de qualidade mínima;
- definir as anomalias mais relevantes, as possíveis causas e os respectivos mecanismos de degradação;
- prever e definir os sintomas de pré-patologia;
- definir o sistema de selecção das operações de manutenção a realizar;
- estabelecer rotinas de inspecção;
- definir estratégias de actuação;
- analisar registos históricos e comparar com registos de comportamentos de outras experiências;
- registar custos de operações;
- registar todas as intervenções e gestão de informação;
- recomendar técnicas de produtos e soluções.

2.5.2.1. Gestão de planos de manutenção com recurso a suporte informático

Em Portugal, a existência de um programa de apoio informático criado pelo Instituto da Construção (ITIC) tornou-se uma mais valia para a gestão da manutenção dos edifícios. O Sistema Integrado de Manutenção de Edifícios de Habitação (SIMEH) permite registar todas as anomalias de um edifício, as necessidades dos utentes, registos de intervenções de manutenção e tipo de intervenções necessárias (BARBOSA, 2009). Segundo LEITE (2009), através da aplicação do SIMEH, é possível saber qual o estado de conservação do edifício, prevendo as necessidades de intervenção, tipificando as acções e optimizando os custos de manutenção. Existem diversos outros sistemas de gestão de planos de manutenção que, tal como o SIMEH, podem ser acedidos via *internet*, dos quais de destacam o *Buildings Life* e o *Radio Frequency Identification* (RFID). Segundo PAULO et al. (2006) e CHIEN (2009), estes dois sistemas permitem quantificar o estado de degradação dos elementos, estimar as respectivas probabilidades de degradação, criar manuais de inspecção e manutenção de edifícios e optimizar os custos das operações a efectuar.

DAMEN (1983) apresentou um sistema computorizado visando o desenvolvimento de planos de manutenção. De acordo com o autor, o sistema baseia-se na execução de seis actividades: preparação da base de dados, inspecções e programa de prioridades, preparação do plano de manutenção e orçamentação, automatização e adaptação dos dados às constatações das inspecções, elaboração do plano de manutenções imediatas e realização do plano a longo prazo.

O Instituto Politécnico da Catalunha desenvolveu dois sistemas informáticos DicPla e PGM. O primeiro permite elaborar o livro do edifício e planear a manutenção do edifício. Por outro lado, a ferramenta PGM é mais dirigida a empresas gestoras de parques habitacionais com alguma dimensão, permitindo o planeamento e a gestão da manutenção de conjuntos de edifícios.

2.5.2.2. Operações de manutenção

As acções de manutenção são operações de natureza correctiva ou preventiva com a finalidade de garantir os níveis mínimos de qualidade e evitar a evolução da deterioração dos elementos construtivos (FLORES-COLEN, 2003). De acordo com CRUZAN (2009), este tipo de operações deve ser sempre implementado num plano de manutenção, assegurando não só o valor comercial do imóvel, mas também a sustentabilidade da sua utilização.

i) Inspecção

No âmbito de um plano de manutenção, inspecção consiste num mecanismo de avaliação do estado de desempenho dos elementos constituintes de um edifício, permitindo determinar onde, como e quando realizar as operações de manutenção (LEITE, 2009).

As inspecções realizadas no âmbito da manutenção devem, de acordo com *a British Standard Institution* (BSI, 1986), ser executadas segundo os seguintes princípios: verificar a necessidade de execução de operações de manutenção e averiguar a sua correcta execução, com base em questões de segurança regulamentares.

Segundo ERDLY & SCHWARTZ (2004), a inspecção representa a fase de ligação entre a utilização e a manutenção. De acordo com o tipo de estratégia definido no plano de manutenção, a inspecção pode ser realizada devido a uma reclamação, no caso de uma estratégia de manutenção correctiva, ou a uma tarefa pré-determinada, quando se trata de uma estratégia predictiva.

Em Portugal, as operações de inspecção são, na maioria dos casos, realizadas sem apoio técnico e factores como a escassa informação sobre o edifício, as dificuldades de acesso aos locais e os custos intrínsecos às deslocações dos peritos, impedem a generalização e sistematização deste tipo de operações (SILVA & FALORCA, 2004).

O planeamento das inspecções deve ser realizado durante a fase de projecto. Na fase em questão, deve ser indicado o tipo de verificação e a periodicidade das acções de inspecção. A periodicidade das inspecções deve ser ajustada ao comportamento do elemento a analisar e, segundo FLORES (2002), deve respeitar três períodos distintos:

- período inicial - inspecções entre 2 e 5 anos, após a construção, com o objectivo de avaliar os fenómenos pré-patológicos e eventuais anomalias de juventude;
- período intermédio - inspecções periódicas 1 ou 2 anos após as intervenções, de modo a avaliar o comportamento esperado do elemento. A realização destas inspecções permite verificar a existência de eventuais fenómenos de “repatologia”;
- período final - inspecções próximas do final de cada ciclo de vida útil, ou seja, (2 a 5 anos do final). Estas inspecções têm o objectivo de avaliar a possibilidade de ser atingido o nível mínimo de qualidade e respectiva proximidade ao “estado de rotura eminente”.

Tal como referido, a nova versão provisória do actual RGEU tornará obrigatória a realização de inspecções periódicas. Segundo este regulamento, a inspecção está dividida em três tipos: corrente, técnicas e especiais (CSOPT, 2004).

As inspecções correntes caracterizam-se pela simples avaliação do desempenho do edifício, com o objectivo de identificar sinais de pré-patologia ou anomalias em fase introdutória e deverão ser realizadas de 15 em 15 meses.

Segundo LOPES (2005), uma inspecção corrente poderá ser ao exterior para observação visual dos revestimentos da fachada, de modo a verificar alterações de cor, fissuras, destacamentos, entre outras degradações ou uma inspecção à cobertura, avaliando o estado dos revestimentos, dos beirais, remates em platibandas, clarabóias, caleiras, ralos.

As inspecções técnicas são orientadas para a verificação do desempenho do estado de funcionamento de equipamentos e instalações. A periodicidade deste tipo de inspecções deve ser definida pelos fabricantes, no caso de equipamentos, e pelo plano de manutenção no caso das instalações.

As inspecções especiais tem o objectivo de complementar as inspecções correntes para a conclusão de uma análise mais detalhada e aprofundar um diagnóstico do elemento fonte de manutenção. A versão do

novo RGE é omissa relativamente à periodicidade deste tipo de inspecções. No entanto, segundo LOPES (2005), não deverá existir uma periodicidade fixa para as inspecções especiais, devendo ser realizadas apenas quando se verifica a necessidade de avaliar com maior rigor o comportamento dos elementos construtivos.

Além dos períodos referidos, deverão ocorrer inspecções não programadas, de modo a analisar a existência de anomalias que coloquem em causa a segurança. Deste modo, o planeamento de inspecções deve ser permanentemente avaliado e ajustado às características reais de serviço (SILVA & FALORCA, 2004).

ii) Limpeza

Segundo FERREIRA (2009), em Portugal as acções de limpeza são muitas vezes subestimadas, apesar de se tratar de soluções economicamente mais vantajosas, em comparação com as acções de reparação. Este tipo de operação apresenta uma grande importância para a resolução de determinadas anomalias, tais como acumulação de sujidade em fachadas e coberturas, devido à poluição ou desenvolvimento microbiológico.

Para o elemento construtivo em estudo, e segundo RODRIGUEZ (2005), as acções de limpeza e lavagem de coberturas é considerada a acção de manutenção mais utilizada durante a sua vida útil.

iii) Reparação

As reparações são acções de manutenção com o objectivo de solucionar anomalias que se manifestam em zonas localizadas, impedindo a propagação para todo o elemento. Este tipo de operação só pode ser realizado após a análise e correcção dessas anomalias, evitando assim fenómenos de “repatologia” (ERDLY & SCHWARTZ, 2004).

Segundo LOPES (2005), a reparação de um elemento construtivo é realizada quando este atinge a rotura funcional. Deste modo, é necessário recomendar na fase de projecto, materiais duráveis, de modo a minimizar este tipo de intervenções.

iv) Diagnóstico

Segundo RODRIGUES (2003), o diagnóstico consiste num conjunto de procedimentos cujo objectivo principal é compreender e explicar uma patologia através da observação de manifestações. Tendo em conta os resultados das inspecções, o diagnóstico só pode ser elaborado se forem conhecidas as causas da degradação de determinado elemento. Deste modo, a acção de intervenção só será executada posteriormente à realização de um diagnóstico e este após a acção de inspecção (LOPES, 2005).

Segundo FLORES (2002), a metodologia de diagnóstico consiste em:

- identificar o defeito, através da aplicação de medidas provisórias de contenção;
- encontrar as causas mais prováveis de determinado defeito, agindo sobre este;
- encontrar uma solução e controlar o resultado;
- impedir a reincidência dos defeitos em causa em outras situações, actuando logo de início.

De acordo com LEITE (2009) as causas podem ter uma origem bastante abrangente, como causas associadas à utilização do edifício, causas naturais, erros de projecto e execução, entre muitas outras. Deste modo, para facilitar a realização de um diagnóstico e a escolha da solução de intervenção, é vantajoso a criação de um banco de causas naturais, acidentais e relativos à utilização, que esteja na origem dos fenómenos patológicos.

v) Decisão e prioridade de intervenção

A decisão de intervenção deve obedecer a diversos critérios e não apenas a questões técnicas. São bastante importantes os aspectos económicos, funcionais, contextuais, ambientais, psicológicos, estéticos e culturais (FLORES-COLEN, 2003). De acordo com PERRET (1995), citado por FALORCA (2004), a prioridade pode ser estabelecida segundo os seguintes princípios:

- funcionamento do edifício;
- estado de degradação dos elementos;
- efeitos negativos nos utentes;
- implicações nos custos

Segundo FLORES-COLEN et al. (2008), na maioria das situações, a decisão de intervir é condicionada pelos critérios referidos. Os custos de intervenção são em diversos casos limitados por problemas sócio-económicos dos proprietários, provocando consecutivos adiamentos das operações de manutenção prioritárias e, por consequência, um agravamento do estado de degradação do parque edificado.

Para apoio a uma tomada de decisão, são utilizadas em diversas situações, ferramentas como o método LCC (*Life Cycle Costing*). Através da aplicação deste método, é possível comparar os custos entre as várias estratégias com diferentes períodos de vida útil, avaliando do ponto de vista custo-eficácia qual a alternativa mais vantajosa.

Como complemento para a decisão, deve ser feita uma análise de sensibilidade aos parâmetros que conferem à análise anterior grau de incerteza (FLORES-COLEN, 2003).

Todas as acções de manutenção referidas serão desenvolvidas, ao longo dos restantes capítulos, para o caso especifico de coberturas. Tal justifica-se pelo facto de ainda não terem sido apresentados, no capítulo 2, conceitos relacionados com a tecnologia construtiva e degradação do sistema de coberturas e assim compreender eficazmente as diversas acções a realizar em cada elemento fonte de manutenção.

2.6. Considerações finais

Tendo em conta o estado de degradação do parque habitacional em Portugal e a crise no sector global da construção, é necessário que se aumentem os investimentos públicos e privados no sector M&R, de modo a alterar a “imagem” do parque edificado e assim progredir para os níveis médios europeus. Para tal, deve ser implementada uma legislação mais rigorosa e fiscalização mais eficiente e não apenas o RGEU que apenas apresenta a obrigatoriedade de acções de conservação em cada 8 anos.

Se a nova versão do regulamento referido for aprovada, será um grande avanço para o sector da manutenção, já que inclui, entre outros aspectos relevantes, a obrigatoriedade da elaboração de manuais de inspecção e manutenção e da realização de inspecções periódicas.

A manutenção está presente em todas as etapas de um elemento construtivo, desde a sua concepção até à demolição. O nível de qualidade e a vida útil de um edifício são parâmetros essenciais para a execução de eficazes acções de manutenção, pois permitem, respectivamente, minimizar as anomalias de um determinado elemento nas várias fases construtivas e determinar o tempo que decorre até à ausência de desempenho.

A manutenção pró-activa é a estratégia mais eficaz, já que são planeadas quer as acções de manutenção como limpezas, reparações ou substituições, quer as inspecções, permitindo assim um melhor desempenho do edifício e todos os seus elementos. Para que este tipo de manutenção seja efectuado correctamente, é necessária a criação de planos de manutenção.

Na temática dos planos de manutenção, destacam-se a França, Itália e Espanha que elaboram este tipo de documentos já há diversos anos. Os planos de manutenção são elaborados a partir da fase de projecto e apresentam informações das operações e planeamento recomendados para cada elemento fonte de manutenção (EFM).

Ao contrário dos países referidos, em Portugal, existe uma cultura de manutenção reactiva, ou seja, na maioria das situações só existe intervenção após a ocorrência de anomalias.

É necessário referenciar que, apesar de terem sido descritas neste capítulo diversas acções de manutenção, optou-se por desenvolver as mesmas, para o caso específico do elemento construtivo coberturas, no próximo capítulo. No capítulo 3, procede-se também à caracterização da tecnologia construtiva dos sistemas de coberturas e da degradação desses mesmos elementos durante o tempo de vida útil.

3. Tecnologia construtiva e degradação de coberturas

3.1. Considerações gerais

Uma cobertura é, por definição, o piso mais elevado do edifício, podendo ser inclinada ou em terraço, com uma função estrutural e/ou de revestimento. A cobertura de um edifício é, sem dúvida, o elemento da envolvente que mais influencia o desempenho de uma edificação. Deste modo, pode ser considerado um dos elementos mais complexos, necessitando de materiais com qualidade e certificados por organismos competentes e uma concepção e execução competentes.

A Tabela 3.1 apresenta os vários sistemas de coberturas predominantes em Portugal, de acordo com a inclinação e tipo de revestimento.

Tabela 3.1 Diversos sistemas de coberturas predominantes em Portugal, adaptado de (ROCHA, 2008; BARROS, 2008; FERREIRA, 2009)

Sistema de coberturas		
Cobertura plana	Cobertura plana tradicional	Não acessível Acessível a pessoas Acessível a veículos
	Cobertura plana invertida	
Cobertura inclinada	Cobertura inclinada em telha	Telha lusa Telha canudo Telha Marselha Telha romana
	Cobertura inclinada metálica	Perfil metálico Painel *sandwich* Sistema *deck*
	Cobertura inclinada em naturocimento	Perfil naturocimento Sub-telha

Este capítulo tem como objectivo principal reunir a informação necessária para apresentar, de forma sintetizada, as tecnologias relativas aos sistemas de coberturas referidos, incluindo o processo construtivo, tipos e causas das anomalias e processos de degradação.

3.2. Tecnologia construtiva de coberturas

As coberturas em terraço apresentam enormes diferenças de funcionamento relativamente às coberturas inclinadas. Desde a própria estrutura resistente ao sistema de camadas utilizado e materiais aplicados, tudo difere nestes dois tipos de coberturas. No entanto, relativamente às exigências funcionais de cada elemento, constata-se que existem diversas semelhanças nas duas tipologias existentes.

Deste modo, no subcapítulo em causa, são referenciadas de forma sucinta as exigências funcionais e as características dos principais tipos de revestimentos, as quais podem ser úteis para o posterior trabalho de campo.

3.2.1. Exigências funcionais do sistema de cobertura

As exigências funcionais de coberturas consistem em requisitos a impor a estes elementos para que desempenhem adequadamente a suas funções. Estes requisitos dependem não só da função essencial de protecção, mas também de funções específicas de tipologias de uso e de processos construtivos adoptados (RATO & BRITO, 2001).

De um modo geral, podem-se dividir as exigências a que uma cobertura está sujeita em quatro grandes grupos: segurança, habitabilidade, durabilidade e economia (Tabela 3.2)

Tabela 3.2 Classificação dos requisitos a serem satisfeitos pelas coberturas, LOPES (1994)

Exigências de segurança	Segurança estrutural	Dimensionamento para acções
	Segurança contra incêndios	Comportamento ao fogo dos elementos construtivos
		Reacção ao fogo dos materiais
	Resistência a acções inerentes ao uso normal	Acções de punçoamento
		Acções de choques acidentais
		Acção dos agentes atmosféricos
	Segurança contra as intrusões	
Exigências de habitabilidade	Estanqueidade	Água / neve
		Poeiras
	Conforto higrotérmico	Isolamento térmico
		Susceptibilidade a condensações
		Protecção solar
	Conforto acústico	Ruídos aéreos
		Ruídos de percussão
	Conforto visual	Iluminação natural
		Reflectividade da camada de protecção
	Aspecto	Exterior
		Interior
	Pureza do ar	
	Iluminação	
Exigências de durabilidade	Conservação das características dos materiais	Conservação da resistência mecânica
		Estabilidade dimensional
		Resistência aos agentes químicos
		Comportamento ao gelo-degelo
	Limpeza e manutenção	
Exigências de economia	Limitação do custo global	Custo de construção
		Custo de conservação e manutenção

3.2.2. Tecnologia construtiva de coberturas planas

Tal como referido, as coberturas distinguem-se pela sua inclinação. As coberturas planas são caracterizadas por superfícies planas ou planos de cobertura. Este tipo de cobertura apresenta uma inclinação mínima, de modo a permitir o escoamento das águas das chuvas e direccioná-las segundo o plano de captação. Deste modo, entende-se por cobertura plana aquela que apresenta uma inclinação compreendida entre $-5º \leq \alpha \leq 5º$ (NP EN 1991-1-4, 2010).

Embora nos últimos anos se tenha verificado que este tipo de solução apresenta vantagens em termos arquitectónicos e de utilização, já que pode ser utilizado como área útil do edifício, continua a apresentar mais problemas do que as coberturas inclinadas. Tal é consequência não só de uma deficiente pormenorização do projecto, mas também de uma ineficaz execução da própria cobertura (ausência de sistemas de ventilação apropriados, camada de forma incorrecta, impermeabilização inadequada ou mesmo mal executada) (BARROS, 2008).

Dada a importância que pode ter a influência de uma camada sobre as restantes para um eficaz desempenho do sistema, descrevem-se de seguida, sinteticamente, as principais camadas aplicadas nas coberturas em terraço / planas, bem como as soluções construtivas mais correntes. Deste modo, as coberturas acessíveis ou não por pessoas ou veículos dispõem sempre das seguintes camadas: estrutura resistente, camada de forma, revestimento de impermeabilização e isolamento térmico. Em diversas situações, as coberturas planas podem ainda ser constituídas por uma camada de regularização, uma barreira pára-vapor e uma camada de dessolidarização (Figura 3.1).

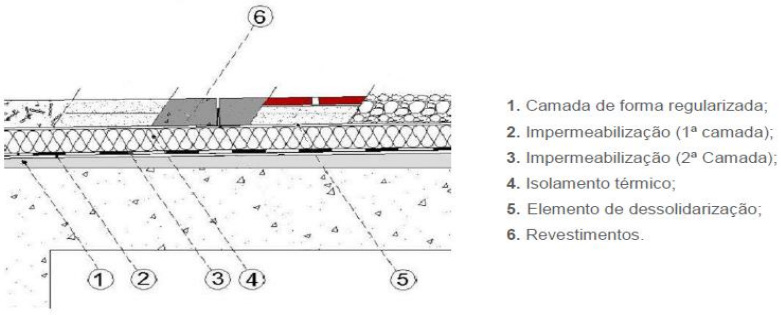


Figura 3.1 Estrutura de uma cobertura plana, adaptado de SOTECNISOL (2011)

3.2.2.1. Estrutura resistente

A estrutura resistente tem como principal função suportar as diversas cargas que ocorrem nas coberturas, ou seja, as sobrecargas devidas à acumulação de neve ou água, as necessidades de manutenção, o peso próprio da estrutura e as sobrecargas na fase de execução (depósito de materiais e equipamentos) (CHUDLEY & GREENO, 2005).

De acordo com CHUDLEY & GREENO (2005), a estrutura de suporte (resistente) pode ser classificada em:

- rígida (contínua - pré-lajes e lajes maciças e aligeiradas de betão armado ou pré-esforçado; descontínua - pranchas vazadas ou perfis especiais); este tipo de estrutura é utilizado, na maioria dos casos, em coberturas de edifícios correntes (habitação, escritórios e estacionamento);
- flexível (descontínua - chapas metálicas nervuradas ou pranchas de madeira); este tipo de solução é aplicado, em geral, em coberturas de grandes vãos (edifícios industriais, pavilhões e superfícies comerciais).

Deste modo, são consideradas como estruturas rígidas aquelas cuja deformabilidade da estrutura resistente não é significativa para o vão vencido. Tal como referido, as estruturas rígidas subdividem-se em contínuas

e descontínuas, caso sejam executadas sem juntas ou com juntas distribuídas de forma regular e com espaçamento reduzido.

A estrutura resistente apresenta um papel fundamental para o correcto funcionamento de todo o sistema, sendo necessários critérios de concepção rigorosos durante o projecto (acções de cálculo, sobrecargas e comportamento estrutural) e diversos cuidados a ter em conta durante a execução, entre os quais se podem destacar a qualidade do betão (fabrico e cura), influenciando a impermeabilidade da laje e consequentemente a protecção das armaduras, o nivelamento das lajes, com a função de não sobrecarregar excessivamente a laje com a camada de forma, as juntas de betonagem e as juntas de dilatação (LOPES, 1994).

Durante a sua vida útil, é necessário verificar periodicamente a existência de deformações, responsáveis, na maioria dos casos, por rupturas dos elementos sobrejacentes, susceptíveis de infiltração (SERÔDIO, 2004).

3.2.2.2. Camada de forma

A camada de forma permite conferir o declive necessário à cobertura, de modo a assegurar o correcto escoamento da água e onde posteriormente irá assentar a camada de impermeabilização e isolamento térmico (Figura 3.2). Apesar de não conferir resistência à estrutura da cobertura, esta camada é considerada uma sobrecarga com uma considerável importância para a cobertura. Deste modo, deve ser constituída por material leve (betão de argila expandida, granulado de cortiça, betão celular e betão leve de poliestireno expandido), permitindo um correcto funcionamento de todo o sistema (ROCHA, 2008).

Figura 3.2 Camada de forma de betão celular, adaptado de BRITO (2009)

De acordo com MASCARENHAS (2004), existem diversas regras de concepção e cuidados a ter em conta durante a execução da camada de forma:

- a superfície de assentamento deverá ser limpa, rugosa e previamente molhada;
- a camada de forma deverá apresentar uma espessura nunca inferior a 30 mm e nunca superior a 300 mm;
- as arestas vivas deverão ser polidas e, deste modo, aperfeiçoadas nas zonas em contacto com elementos emergentes da cobertura, evitando a fissuração da camada de impermeabilização;
- as juntas estruturais devem acompanhar a camada de forma;

- as juntas de dilatação devem ser executadas em cada 15 m e principalmente nas zonas de remates com elementos emergentes, com o intuito de controlar a fissuração da camada em causa;
- as betonagens deverão ser executadas em painéis de 3.00 m × 3.00 m, alternadamente, com o objectivo de evitar a fissuração por retracção;
- a camada de forma deve estar seca, para que, posteriormente, a camada de impermeabilização possa ser colocada.

As inclinações recomendadas poderão variar entre 1% e 5%; no entanto, poderão chegar a 10%, nas situações em que a protecção é executada com lajetas sobre apoios pontuais (FERREIRA, 2009).

A pendente de uma cobertura plana é um factor de classificação, distinguindo-as, de acordo com a Directiva UEATC (*Union Européenne pour l'Agrément Technique Dans la Construction,* 1984), nas seguintes categorias:

- classe I - a pendente origina estagnação de água e permite a aplicação de protecção pesada;
- classe II - a pendente permite o escoamento de água e a aplicação de protecção pesada;
- classe III - a pendente permite o fácil escoamento da água mas não é possível a aplicação de protecção pesada;
- classe IV - a pendente impõe medidas especiais na aplicação das suas camadas.

3.2.2.3. Revestimento de impermeabilização

O revestimento de impermeabilização é o elemento mais importante de uma cobertura plana, já que é a camada responsável pela sua impermeabilização (Figura 3.3), permitindo assim a passagem de água. Nos dias de hoje, a maioria das soluções construtivas apresenta uma vida útil reduzida, pelo que são necessárias diversas precauções durante a concepção e execução desta camada, com o intuito de permitir um eficaz funcionamento de todo o sistema (HARRISON, 1996).

Figura 3.3 Membrana de impermeabilização com granulado de autoprotecção, adaptado de MARQUES (2009)

Actualmente, existe uma vasta diversidade de revestimentos de impermeabilização. Deste modo, as coberturas planas podem ser classificadas quanto ao tipo de revestimento de impermeabilização de acordo com as seguintes categorias (LOPES, 2004):

- com revestimento tradicional (aplicado *in situ* ou pré fabricado); neste caso, conhecem--se as características deste tipo de revestimentos e existe prática suficiente da sua utilização;
- com revestimento não tradicional (aplicado *in situ* ou pré-fabricado); entende-se por revestimentos não tradicionais todos aqueles nos quais, ao contrário dos tradicionais, não se conhecem com precisão as suas características e não existe prática na sua aplicação; nas situações em causa, deve-se realizar estudos que envolvam o campo experimental em laboratórios e visitas a obras onde o material irá ser aplicado (de salientar que actualmente existem diversos documentos de aplicação, os quais descrevem o modo de executar este tipo de materiais)

A Tabela 3.3 corresponde a um resumo da classificação das coberturas planas, tendo em conta o tipo de revestimento de impermeabilização utilizado.

Tabela 3.3 Classificação das coberturas planas - tipo de revestimento de impermeabilização, LOPES (2004)

Sistemas tradicionais	Aplicados *in situ*	Camadas múltiplas de asfalto
		Camadas múltiplas de emulsões betuminosas
	Com produtos pré-fabricados	Camadas múltiplas de membranas, telas ou feltros betuminosos
Sistemas não tradicionais	Aplicados *in situ*	Camadas múltiplas de resinas acrílicas
		Camadas múltiplas de resinas poliméricas
		Camadas múltiplas de emulsões de betumes modificados
		Espumas de poliuretano
	Com produtos pré-fabricados	Membranas de betumes modificados
		Membranas termoplásticas
		Membranas elastoméricas

De acordo com LOPES (2004), os revestimentos de impermeabilização podem ser totalmente aderentes, semi-aderentes, fixados mecanicamente ao suporte ou mesmo independentes do mesmo. O processo de aderência é bastante diversificado, tendo em conta os modos de ligação referidos. Deste modo e, com base no mesmo autor, referem-se na Tabela 3.4 os modos de ligação e os diversos processos de aderência ao suporte de uma cobertura plana.

Tabela 3.4 Classificação das coberturas planas - Tipo de processo de aderência do sistema de impermeabilização, LOPES (2004)

Modo de ligação ao suporte	Processo de aderência
Sistemas aderentes - totalmente aderentes ao suporte	Os produtos de ligação são aplicados a quente ou a frio.
	Realiza-se uma fusão do material da superfície interior do revestimento e o aperto do mesmo contra o suporte.
Semi-aderentes - parcialmente aderentes ao suporte	São utilizados produtos de colagem. Estes poderão ser aplicados a quente ou a frio.
	Uso de material auxiliar (feltros simples ou betuminosos).
	O processo de aderência consiste numa fixação mecânica (pregagem) de uma primeira camada ao suporte.
Independentes - totalmente desligados do suporte	Os revestimentos apenas são aplicados sobre o suporte.
	Aplicação de uma camada de dessolidarização entre o revestimento e o suporte.
Fixos mecanicamente	Fixações pontuais - parafusos, afastados entre si 0.20 m a 0.40 m, apertados contra uma anilha.
	Fixações lineares - parafusos, afastados entre si 0.20 m a 0.40 m, apertados contra um elemento linear rígido, colocado sobre o sistema de impermeabilização.

3.2.2.4. Camada de isolamento térmico

A principal função da camada de isolamento térmico consiste em satisfazer as exigências de conforto térmico dos espaços subjacentes. Para tal, permite reduzir as trocas de calor entre os ambientes exterior e interior (Figura 3.4).

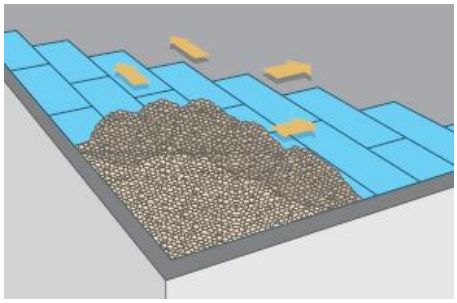


Figura 3.4 Placa de isolamento térmico disposta directamente por cima da impermeabilização sem qualquer forma de fixação, adaptado de DOW (2011)

A camada de isolamento térmico pode ser executada, tendo em conta a posição das restantes camadas da cobertura plana, em três zonas distintas (BATISTA, 2004). O isolamento térmico pode ser aplicado sobre a estrutura resistente e, neste caso, o mesmo pode ser executado entre o suporte de impermeabilização e a camada de forma (isolamento térmico intermédio) ou apenas sobre a impermeabilização. Esta última solução é denominada por “cobertura invertida”, pelo simples facto de nesta situação ocorrer uma inversão do posicionamento das camadas de isolamento térmico e impermeabilização, tendo em conta a solução tradicional. Por outro lado, a camada de isolamento térmico pode ser aplicada sob a estrutura resistente, constituindo a solução tradicional. O sistema em causa é, na maioria dos casos, utilizado em tectos falsos e como revestimento aderente a essa estrutura.

A camada de isolamento térmico pode ser constituída por uma vasta diversidade de matérias-primas. De todos os materiais isolantes existentes no mercado, destacam-se a lã de rocha e betões leves (ambos isolantes minerais), aglomerado negro de cortiça (isolante vegetal) e o poliestireno extrudido e expandido (isolantes sintéticos).

3.2.2.5. Barreira pára-vapor

A barreira pára-vapor é executada em sistemas que apresentam uma camada de isolamento térmico, com intuito de criar um obstáculo ao fluxo de vapor de água para as camadas sobrejacentes, impedindo a sua condensação e eventual redução da capacidade isolante do sistema. Deste modo, BATISTA (2004), sugere que os materiais definidos para esta camada têm de ter obrigatoriamente propriedades de estanqueidade para impedir a passagem de fluidos. São exemplos desses materiais, feltros (fibra de vidro, poliéster não tecido), telas betuminosas, filmes de polietileno e folhas de alumínio.

De acordo com BATISTA (2004), a barreira pára-vapor pode ser constituída por uma emulsão betuminosa aplicada a frio ou uma camada de betume executado a quente, servindo de colagem dos painéis de isolamento térmico. Como cuidados gerais de aplicação, a mesma autora destaca a limpeza e secagem do suporte, bem como a cura de 1 a 3 semanas, tendo em conta a estação do ano.

3.2.2.6. Camada de dessolidarização

A camada de dessolidarização é executada entre a protecção e a impermeabilização, com o intuito de proteger o revestimento de impermeabilização de diversas acções que a poderão danificar e comprometer o correcto funcionamento de todo o sistema. Para tal, antes da colocação desta camada, deve-se verificar que não existem quaisquer vestígios de pedras ou elementos perfurantes.

De acordo com ROCHA (2008), são diversos os materiais utilizados neste tipo de aplicação, de entre os quais se podem destacar, o papel *kart* betumado duplo, feltros betuminosos, geotêxteis de filme de polietileno ou de poliéster.

3.2.2.7. Camada de protecção do revestimento de impermeabilização

A protecção do revestimento de impermeabilização corresponde a uma ou várias camadas executadas em obra ou aplicadas sobre a superfície de impermeabilização, com o objectivo de proteger esta camada dos efeitos da radiação solar e de diversas solicitações mecânicas.

Esta camada nem sempre é aplicada e, nesse caso, o revestimento de impermeabilização fica aparente. No caso de existir camada de protecção, esta pode ser leve ou pesada. A protecção leve pode ser aplicada em fábrica sobre a superfície superior do revestimento de impermeabilização e os materiais de origem mineral (areia fina, areão, gravilha e lamelas de xisto), de origem metálica (folha de alumínio e cobre) ou orgânica (folha de plástico). A mesma pode ser aplicada *in situ* sobre o revestimento de impermeabilização e, neste caso, os materiais aplicados são na sua maioria minerais (areão e gravilha) e orgânicos (tintas de alumínio). No caso de coberturas com protecção pesada (Figura 3.5), podem-se distinguir coberturas cuja protecção do revestimento de impermeabilização é constituída por uma camada rígida (betonilha de argamassa, ladrilhos sobre betonilha ou mesmo placas pré-fabricadas de betão) e as que são formadas por materiais soltos (materiais britados, godo ou seixo). Na maioria das situações, os materiais aplicados em protecção pesada, são executados em obra e nunca em fábrica (LOPES, 1994).

Figura 3.5 Protecção pesada rígida com elementos descontínuos, adaptado de IMPERALUM (sd.)

Dependendo do tipo de solução escolhido para a protecção do revestimento de impermeabilização, existem diversos modos de executar (ROCHA, 2008):

- colada ao revestimento, ou seja, quando a impermeabilização em causa é auto protegida;
- pousada livremente sobre o revestimento, com ou sem interposição de uma dessolidarização;
- afastada do revestimento, necessitando da interposição de uma camada de dessolidarização.

3.2.2.8. Pontos singulares

De acordo com CHUDLEY & GREENO (2005), pontos singulares são zonas da cobertura que exigem trabalhos complementares de impermeabilização (juntas de dilatação, remates em zonas salientes da cobertura, platibandas, algerozes, tubos de queda, soleiras, entre outros).

Segundo os mesmos autores, nos casos de passagem de pontos de luz, tubagens de água ou qualquer outro tipo de tubagem, estes devem ser protegidos por um anel de betão à sua volta e a impermeabilização deve ser prolongada em toda a extensão do anel, com o intuito de proteger todos os pontos. As tubagens devem localizar-se em pontos comuns e assim minimizar a necessidade de remates da impermeabilização.

As soleiras e as juntas de dilatação são, de acordo com BATISTA (2004) e ROCHA (2008), elementos que merecem cuidados especiais, pois diversas anomalias ocorrem devido à sua ineficaz execução. De acordo com os mesmos autores, o correcto dimensionamento das caleiras, tubos de queda e da própria pendente da cobertura é de extrema importância para evitar futuras anomalias.

3.2.2.9. Cobertura plana tradicional

Tal como referido, a solução tradicional de uma cobertura plana consiste em aplicar o isolamento térmico sobre a camada resistente, funcionando como suporte da impermeabilização (Figura 3.6).

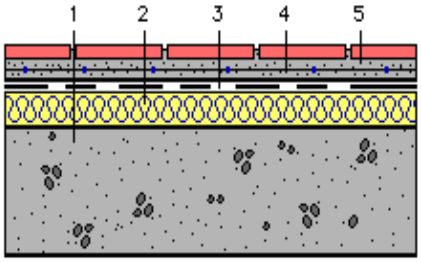


Figura 3.6 Cobertura plana tradicional – Transitável para pessoas com isolamento térmico, 1. Suporte; 2. Isolamento térmico; 3. Tela de impermeabilização; 4. Argamassa armada; 5. Acabamento, adaptado de CONSTRULINK (2011)

No sistema de cobertura plana tradicional, a camada de impermeabilização encontra-se mais susceptível à acção dos agentes agressivos, acelerando o desgaste e degradação de toda a solução. As solicitações térmicas, os danos mecânicos (principalmente durante a fase de construção), a degradação devido à radiação ultravioleta, a humidade presente na parte inferior do sistema de impermeabilização e nos materiais de construção são os principais factores de degradação não só desta camada, mas também do próprio isolamento térmico (HARRISON, 1996).

A solução em estudo pode ser aplicada em diversos casos de utilização, dependendo da acessibilidade prevista:

- coberturas acessíveis a pessoas;
- coberturas acessíveis a veículos;
- coberturas não acessíveis.

3.2.2.10. Cobertura plana invertida

Tal como referido, no sistema de uma cobertura plana invertida invertem-se as posições convencionais das camadas de impermeabilização e isolamento térmico (isolamento térmico sobra a impermeabilização). A utilização desta solução tem aumentado progressivamente nos últimos anos, dados os diversos problemas referentes às coberturas convencionais (tradicionais), principalmente ao nível da camada de impermeabilização (Figura 3.7).

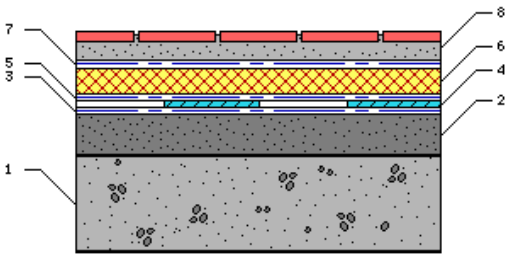


Figura 3.7 Cobertura plana invertida – Transitável para pessoas e com isolamento térmico, 1. Suporte; 2. Pendentes; 3 e 4. Impermeabilização; 5. Separador; 6. Isolamento térmico; 7. Separador; 8. Acabamento, adaptado de CONSTRULINK (2011)

De acordo com HARRISON (1996), a protecção da impermeabilização de efeitos térmicos e de acções mecânicas ou químicas, a sua função de inibidor da formação de condensações internas, permitindo a ausência de barreira pára-vapor, a aplicação do isolamento térmico sob qualquer condição meteorológica e o facto de o acesso à impermeabilização estar facilitado são factores que permitem concluir que o sistema de cobertura plana invertida é, sem dúvida, uma solução mais eficaz, tendo em conta factores económicos, de manutenção e reparação, mão-de-obra e rapidez de execução.

Na Figura 3.8, estão indicadas as variações de temperatura da camada de impermeabilização, numa cobertura plana tradicional e invertida, verificando-se claramente que os valores são substancialmente superiores no caso de uma cobertura convencional.

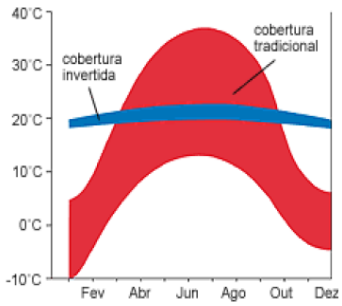


Figura 3.8 Variações de temperatura da camada de impermeabilização, adaptado de DOW (sd.)

Segundo HARRISON (1996), o modo de execução de uma cobertura plana invertida é, de certa forma, diferente relativamente a uma cobertura convencional. O sistema de impermeabilização é executado sobre a camada de forma, apresentando uma tecnologia e constituição bastante diferentes, tendo em conta o

material a utilizar. No caso de o sistema de impermeabilização e isolamento se verificarem incompatíveis, aplica-se uma camada intermédia de geotêxtil e, ao contrário do que acontece numa cobertura tradicional, neste tipo de solução as placas de isolamento são fixadas por lastro do material de revestimento de protecção. A aplicação de uma camada de dessolidarização (normalmente uma tela de poliéster) entre o isolamento térmico e o revestimento de protecção é frequente nos casos em que existe risco de abrasão para o isolamento.

As coberturas planas invertidas são soluções que poderão ser aplicadas em diversos casos de utilização dependendo, tal como as coberturas convencionais, da acessibilidade prevista:

- cobertura não acessível;
- cobertura acessível a pessoas;
- cobertura acessível a veículos.

3.2.3. Tecnologia construtiva de coberturas inclinadas

As coberturas inclinadas apresentam um papel fundamental na arquitectura portuguesa. No caso de edifícios correntes, o revestimento de aplicação mais comum, é sem dúvida a telha cerâmica, podendo mesmo ser designado como o revestimento tradicional de coberturas inclinadas (BRITO & PAULO, 2001).

Actualmente, a configuração das coberturas inclinadas encontra-se bastante alterada, devido à evolução tecnológica dos materiais e processos construtivos.

Segundo BARROS (2008), o formato tradicional das coberturas de quatro águas evoluiu, nos dias de hoje, para um traçado mais assimétrico e compartimentado, associando vertentes de diferentes águas.

Tendo em consideração o factor estrutural, APICER (1998) distingue quatro constituintes básicos numa cobertura inclinada:

- estrutura principal, que constitui os elementos que permitem dar forma e sustentar todo o conjunto da cobertura;
- estrutura secundária, que compreende todos os elementos que sustentam o revestimento de uma cobertura inclinada;
- revestimentos, com o intuito de proteger o sistema das acções dos agentes atmosféricos;
- forro, que constitui uma protecção térmica, impermeável e acústica ao espaço interior.

Segundo HARRISON (1996), a estrutura de uma cobertura inclinada em edifícios correntes pode ser executada em madeira, ripado cerâmico ou laje (aligeirada ou betão armado), permitindo assegurar a sua inclinação. Actualmente, as estruturas de betão armado pré-esforçado são frequentemente utilizadas na execução deste tipo de coberturas, pois apresentam uma maior facilidade de execução e economia, permitindo ainda vencer grandes vãos.

3.2.3.1. Classificação das coberturas inclinadas e dos revestimentos

Neste subcapítulo, descrevem-se as diversas formas de classificar uma cobertura inclinada e os respectivos revestimentos, com o intuito de compreender toda a tecnologia construtiva.

i) Número de vertentes e forma da cobertura

A vertente (água) de uma cobertura, tem como finalidade a condução das águas pluviais para fora do edifício, evitando a degradação do mesmo.

De acordo com LOPES (2009), as coberturas podem apresentar um número de vertentes bastante variados, dependendo da tipologia construtiva adoptada. Deste modo, as coberturas inclinadas podem apresentar-se sob as seguintes formas: uma água (telheiro); duas águas (apresentam uma cumeeira na sua intersecção); quatro águas (apresentam uma cumeeira e quatro rincões na sua intersecção); pavilhão (forma particular de uma cobertura de quatro águas, apresentando apenas quatro rincões quando as vertentes se intersectam).

ii) Funcionamento estrutural dos elementos de revestimento

De acordo com BRITO & PAULO (2001), as coberturas inclinadas podem ser diferenciadas ou indiferenciadas, de acordo com o funcionamento estrutural do revestimento.

Nas coberturas diferenciadas, os elementos de revestimento descarregam sobre outros de maior rigidez (vigas, asnas e arcos). Por outro lado, nas coberturas indiferenciadas, a estrutura de suporte, que vence o vão principal, desempenha também funções de revestimento.

iii) Tipo de estrutura de suporte

Segundo BRITO & PAULO (2001), a estrutura de suporte pode ser classificada em contínua (laje estrutural em betão armado) ou descontínua (madeira, metal, vigotas, betão armado e pré-esforçado, mistas ou alvenaria). Este tema é desenvolvido no subcapítulo 3.3.2.3 desta dissertação.

iv) Natureza dos materiais de revestimento

Tendo em consideração a natureza dos materiais, os revestimentos podem ser classificados de acordo com a Tabela 3.5.

v) Forma dos elementos de revestimento

Os elementos de revestimento podem ser planos, curvos, ondulados, trapezoidais ou mistos. Apenas como exemplos, as telhas cerâmicas podem apresentar uma forma plana ou ondulada, enquanto que a telha de micro-betão e todos os revestimentos de natureza plástica apresentam maioritariamente uma forma ondulada.

Tabela 3.5 Classificação de coberturas inclinadas - Natureza dos materiais de revestimento, adaptado de HARRISON (1996), BRITO & PAULO (2001) e LOPES (2009)

Natureza	Revestimento
Pétreo natural	Soletos de ardósia, granito ou calcário
Pétreo artificial	Telha cerâmica, telha de micro-betão, fibrocimento, soletos de pedra artificial. Actualmente, são os revestimentos mais aplicados em edifícios correntes.
Metálico	Chapas de zinco, alumínio, aço galvanizado e aço inoxidável. Folhas de cobre, placas de chumbo e telhas metálicas. Este tipo de revestimento é frequentemente aplicado em edifícios industriais ou pavilhões.
Plástico	Chapas de policloreto de vinilo, poliéster reforçado com fibras de vidro, polimetacrilato de metilo, alveolares de policarbonato
Mistos	Chapas de aço revestidas com betume e folha de alumínio, painéis *sandwish* com camada de isolamento térmico, telhas asfálticas.
Vegetal	Colmo, palha e ramos de árvores. Actualmente, este tipo de revestimento já não é aplicado nas construções.

vi) Dimensão dos elementos de revestimento

De acordo com HARRISON (1996), os elementos de revestimento podem ser agrupados em três categorias principais, tendo em consideração as suas dimensões: pequenas, médias ou grandes.

A aplicação de elementos de pequenas dimensões (telhas e soletos) é a solução mais vantajosa, dada a sua facilidade de transporte, fácil execução em obra e capacidade adaptação às características geométricas da cobertura. Relativamente à manutenção, este tipo de elementos permite uma fácil substituição, devido às reduzidas dimensões que apresentam e à facilidade de remoção e encaixe. No entanto, a utilização de elementos de médias e grandes dimensões não é tão desvantajosa como poderá parecer, pois permite reduzir o número de juntas (confere maior estanqueidade à cobertura) e as pendentes da cobertura, proporcionando uma maior homogeneidade dos materiais aplicados (LOPES, 2009).

3.2.3.2. Tipo de revestimentos de coberturas inclinadas

No subcapítulo em causa, serão descritos os revestimentos mais utilizados na actualidade. No âmbito da dissertação, é necessário realizar um plano de inspecção e manutenção de coberturas de edifícios correntes. Deste modo, será uma mais valia aprofundar os revestimentos mais frequentes neste tipo de edifícios comparativamente aos restantes.

Revestimentos pétreos naturais

Tal como referido, os revestimentos pétreos naturais mais utilizados são a ardósia, o granito e o xisto.

A presença de soletos de ardósia é, maioritariamente, em edifícios habitacionais e históricos. No entanto, em Portugal, este tipo de telha apresenta uma aplicação muito restrita, incidindo principalmente em recuperações de casas típicas transmontanas (BRITO & PAULO, 2001).

Este tipo de material apresenta elevada estabilidade dimensional, tendo em consideração as elevadas variações de temperatura. A aplicação de soletos de ardósia é feita, na maioria dos casos, sobre um forro

em madeira, ou sobre um ripado em madeira com um forro flexível (sob o ripado), com o intuito de conferir maior estanqueidade à cobertura e as placas são fixas por grampos de aço galvanizado (LOPES, 2009).

O granito e o xisto são materiais que não apresentam, nos dias de hoje, viabilidade no panorama da construção. O granito foi um material muito utilizado em coberturas há muitos anos atrás, principalmente pela sua disponibilidade e características impermeáveis. O xisto, tal como a ardósia, foi um material muito aplicado nas coberturas transmontanas. No entanto, devido às exigências funcionais que actualmente devem ser respeitadas, a utilização deste material caiu em desuso (LOPES, 2009).

Revestimentos pétreos artificiais

Os revestimentos pétreos artificiais são, sem dúvida, os mais utilizados em edifícios correntes. Deste modo, são descritos de uma forma mais detalhada os revestimentos pertencentes a esta categoria.

i) Telha cerâmica

Observando o parque habitacional português, verifica-se que a telha cerâmica é o revestimento de coberturas inclinadas por excelência, podendo ser enquadrada em qualquer zona do país. Tal justifica-se por apresentarem diversas vantagens em relação aos restantes materiais. Este tipo de revestimento permite criar diversos estilos arquitectónicos, devido à variedade de formas e peças acessórias, apresenta uma boa qualidade estética, elevada durabilidade, um bom desempenho à acção dos agentes atmosféricos e um baixo custo de matéria-prima (BRITO & PAULO, 2001; GARCEZ, 2009).

O campo de aplicação da telha cerâmica é bastante variado, englobando a maioria dos edifícios tradicionais, edifícios correntes de habitação, comércio, escritórios, edifícios industriais antigos, igrejas e pavilhões.

O mercado português apresenta uma grande diversidade de telhas cerâmicas, tendo em conta a sua forma, coloração e textura. De acordo com BRITO & PAULO (2001), as telhas distinguem-se principalmente pelo seu encaixe e pela sua geometria. Deste modo, as telhas cerâmicas do tipo lusa, marselha, canudo, romana e plana são aquelas que apresentam maior expressão na tecnologia de coberturas inclinadas.

As telhas marselha e lusa são as mais utilizadas como telhas de encaixe. Esta tipologia, relativamente às planas e de canal, permite melhorar a estanqueidade à água, ar e poeiras. Por outro lado, as telhas canudo e as telhas romanas são as mais utilizadas como telha de capa e canal. A telha canudo apresenta um elemento que faz, simultaneamente, de capa e canal. No entanto, tal não acontece na telha romana, pois apresenta dois elementos distintos, sendo que um faz de capa e outro de canal (LOPES, 2009).

ii) Telha de micro-betão

As telhas de micro-betão poderão ser, nos dias de hoje, uma alternativa bastante eficaz às cerâmicas. O seu campo de aplicação integra os edifícios correntes de habitação, comércio, escritórios e ensino, os edifícios industriais modernos, complexos desportivos e centros comerciais.

De acordo com BRITO & PAULO (2001), as telhas de micro-betão apresentam uma eficaz estabilidade dimensional, tanto no fabrico como ao longo da vida útil da cobertura, características homogéneas, excelente estanqueidade, elevada resistência mecânica, pouca sensibilidade às variações térmicas, ao gelo e à proximidade do mar. Por outro lado, o seu peso (implicam maiores necessidade de suporte), o elevado consumo energético na produção e a fraca qualidade estética, podem ser consideradas as principais desvantagens das telhas de micro-betão, comparativamente às telhas cerâmicas.

Existem dois tipos de telhas de micro-betão no mercado: a telha de perfil Dupla Romana e a telha de perfil Duplo S. Os elementos em causa diferem principalmente na sua geometria e nas numerosas variações de cor. Para cada tipo de telha, existe ainda um leque de peças acessórias complementares para a execução das zonas singulares (SCHARFF & KENNEDY, 2000).

A concepção e construção das coberturas de telha de micro-betão são, de um modo geral, idênticas à da telha cerâmica.

iii) Fibrocimento / naturocimento

Segundo BRITO & PAULO (2001), o fibrocimento é considerado um dos mais antigos materiais compósitos utilizados na construção. Este material apresenta um campo de aplicação em coberturas de edifícios urbanos, industriais, escolares, agro-pecuários e pavilhões desportivos. Por outro lado, como sistema integrado, o fibrocimento é actualmente utilizado como suporte de telhas cerâmicas.

De acordo com GARCEZ (2009), o fibrocimento é um material incombustível, impermeável, imputrescível, com uma elevada durabilidade e manutenção reduzida. A elevada resistência a baixas e altas temperaturas é uma das suas principais características, assim como a facilidade e rapidez de execução. Por outro lado, não é uma solução de revestimento esteticamente agradável, a fragilidade do material obriga a uma intervenção de manutenção cuidadosa e a substituição de elementos é mais demorada do que a subsituação de uma telha, sendo necessário mais do que uma pessoa para realizar o trabalho.

Tendo em consideração a sua geometria, os elementos de fibrocimento podem apresentar diversas formas (soletos, chapas planas e chapas onduladas) e para cada tipo existem vários comprimentos, cores e diversas peças acessórias complementares para e execução das zonas singulares.

Os elementos de fibrocimento podem ser aplicados sobre estruturas de madeira, metálicas e de betão armado. A fixação destes elementos à estrutura de suporte é sempre necessária e pode ser efectuada com base na aplicação de diversos materiais. No caso de estruturas de madeira deve-se utilizar *tirefonds,* em estruturas de betão as buchas auto-expansíveis e grampos são os materiais de fixação mais adequados e, por último, os parafusos autorroscantes com alheta e grampos são os elementos mais utilizados para estruturas metálicas (GARCEZ, 2009).

Com base em LOPES (2009), verifica-se que o processo construtivo dos elementos de fibrocimento depende não só da superfície a cobrir, como do balanço necessário e admissível, das formas e tipos de

apoio, das sobreposições transversais e longitudinais, da sequência de montagem, do corte e perfuração dos elementos e das respectivas fixações.

De acordo com a Directiva 89/391/CEE (1989), é proibido a aplicação de produtos de amianto, pois afectam gravemente a saúde das pessoas, permitindo assim a melhoria da segurança e da saúde não só dos trabalhadores, como também de todos aqueles que poderão inalar as fibras existentes neste tipo de produtos. Nos dias de hoje, verifica-se a aplicação de revestimentos em naturocimento, os quais não apresentam fibras de amianto prejudiciais à saúde.

iv) Revestimentos metálicos

De acordo com BRITO & PAULO (2001), a aplicação deste tipo de solução abrange principalmente construções de carácter provisório e de menor exigência. A utilização destes materiais apresenta diversas vantagens, principalmente devido à sua produção pré-fabricada e à sua constructibilidade (leveza, boa ventilação da cobertura, boa durabilidade, baixos custos de manutenção, grande versatilidade de formas e vãos). No entanto, a natureza química dos metais e a sua alta condutibilidade térmica e acústica condicionam a utilização de revestimentos metálicos em edifícios correntes.

No âmbito da dissertação, o estudo deste tipo de revestimento não apresenta uma importância relevante, pelo que não serão desenvolvidos mais pormenores sobre o respectivo material. Para tal, existem outras dissertações, como GARCEZ (2009) e LOPES (2009), que apresentam descrições detalhadas sobre a tecnologia construtiva do elemento em causa.

v) Revestimentos plásticos

As características principais dos revestimentos plásticos consistem no seu baixo peso específico, na capacidade de capturarem a luz natural (reduzindo os gastos de energia eléctrica) e na sua flexibilidade durante a aplicação e montagem em obra. No entanto, a sua menor durabilidade perante a acção dos agentes atmosféricos, radiação solar, a fraca resistência mecânica e a impossibilidade de colocar isolamento térmico tornam este revestimento pouco vantajoso em diversas situações. Existem diversos materiais plásticos passíveis de serem aplicados em coberturas. Deste modo, BRITO & PAULO (2001) destacam os seguintes revestimentos:

- as chapas de acrílico (polimetacrilato de metilo);
- as chapas de policarbonato;
- chapas de PRFV (poliéster reforçado com fibras de vidro);
- chapas de PVC (policloreto de vinilo).

De acordo com LOPES (2009), a fixação das chapas plásticas deve ser efectuada com especial atenção, pois são materiais muito leves, tornando-os muito susceptíveis ao vento. O número de fixação deve respeitar a dimensão da peça, peso, classe de exposição ambiental e todas as acções que poderão actuar na cobertura.

O campo de aplicação deste tipo de revestimento incide, principalmente, na execução de coberturas de edifícios industriais, estufas, clarabóias e cúpulas. Deste modo, não serão aprofundados os pormenores construtivos de revestimentos plásticos.

vi) Revestimentos mistos

Segundo BRITO & PAULO (2001), os revestimentos mistos mais comuns no mercado consistem em chapas compostas, painéis *sandwich*, telhas asfálticas e telhas metálicas revestidas com grânulos minerais.

De acordo com GARCEZ (2009) e ALAÇO (2011), as chapas compostas podem ser aplicadas em todo o tipo de construções e, em comparação com as chapas metálicas (aço galvanizado), apresentam diversas vantagens. Deste modo, este tipo de revestimento apresenta uma maior resistência à corrosão, maior isolamento acústico e amortecimento dos efeitos do ruído da chuva e dos sons aéreos. Devido à sua composição, limitando a transmissão de calor absorvido para o interior da cobertura, as chapas compostas tornam-se ideais para coberturas sem isolamento térmico.

O campo de aplicação dos painéis *sandwich* incide principalmente na execução de coberturas de edifícios de comércio e serviço (painéis *sandwich* revestidos com chapas de aço) e de habitação (painéis *sandwich* revestidos com acabamentos de madeira). Este tipo de revestimento apresenta uma elevada resistência mecânica, originando estruturas mais leves e económicas, uma eficaz ventilação e impermeabilidade.

As telhas asfálticas, devido à sua constituição (granulado cerâmico, betume oxidado, fibra de vidro, areia de sílica), apresentam uma elevada resistência aos agentes atmosféricos e à acção dos raios ultravioleta. A utilização deste material permite a execução de estruturas de suporte mais simples e económicas.

A aplicação das telhas metálicas verifica-se em construções novas de edifícios de habitação. As principais características deste material estão relacionadas com o seu peso reduzido, a boa resistência ao vento e a elevadas variações térmicas e o eficaz isolamento acústico.

De seguida, descreve-se a tecnologia construtiva das várias camadas existentes numa cobertura inclinada com telha cerâmica. Este tipo de revestimento será o mais aprofundado, não só por ser o mais comum em Portugal, mas também por não ser do âmbito da dissertação a descrição exaustiva das características e processos construtivos de todos os revestimentos de coberturas inclinadas e sim o respectivo plano de manutenção e inspecção que irá ser desenvolvido no capítulo 4, de acordo com diversos edifícios inspeccionados. Dissertações como as de GARCEZ (2009) e LOPES (2009) apresentam descrições bastante desenvolvidas de toda a tecnologia de coberturas inclinadas.

3.2.3.3. Estrutura resistente

De acordo com HARRISON (1996), a estrutura resistente tem como principal objectivo a transição de peso entre as ripas de apoio da telha e as paredes resistentes ou vigas do edifício. A transição em causa é possível, através de um sistema de grelhas ortogonais sucessivas, tendo em conta que o espaçamento e a resistência das peças diminuem à medida que se sobe de nível, ou seja, nas zonas inferiores aplicam-se

peças de grande vão, afastadas e com elevada rigidez e resistência e nas zonas superiores adoptam-se peças com pequeno vão, pouco afastadas e com resistência e rigidez reduzidas (APICER, 1998).

Em edifícios correntes, a estrutura resistente é geralmente formada por soluções baseadas na utilização de madeira, betão ou alvenaria. Segundo ATCHESON (2005), a estrutura de madeira é uma solução geralmente diferenciada e descontínua e constituída por um conjunto de componentes ligados entre si (Figura 3.9). De acordo com APICER (1998), é constituída pelos elementos indicados na Tabela 3.6.

Tabela 3.6 Principais elementos constituintes de uma estrutura de madeira, adaptado de APICER (1998)

Elementos constituintes	Descrição
Ripas	Elementos dispostos segundo as linhas de nível, vencendo vãos de pequeno valor. Tem a função de suportar todo o revestimento.
Varas	Elementos que suportam as ripas, sendo, por consequência, mais resistentes do que estas. São executadas segundo as linhas de maior declive dos planos inclinados.
Madres	Elementos rígidos, colocados horizontalmente, que vencem os vãos entre as asnas.
Asnas	Estruturas trianguladas que vencem os vãos maiores e suportam as madres. Apoiam-se pelos extremos em paredes ou pilares da construção.

De acordo com APICER (1998) e ROCHA (2008), as ripas apresentam uma secção reduzida (alturas entre 2 e 4 cm), com espaçamento dependente do tipo de telha a utilizar. As varas apoiam-se sobre as madres de forma perpendicular a estas e, portanto, na direcção da vertente. Por consequência, o espaçamento das varas está bastante condicionado pela resistência e rigidez das ripas, permitindo que estas resistam às cargas que lhe são aplicadas, sobretudo à acção localizada provocada pelo peso de um operário durante as acções de manutenção. As madres apoiam-se sobre as asnas e a sua secção depende sobretudo do espaçamento entre varas, do seu vão, da distância às asnas e das cargas aplicadas, ou seja, o peso do ripado, telhas e acções exteriores variáveis. As asnas, principal elemento estrutural de uma cobertura tradicional de madeira, apresentam pendentes que podem variar entre 20º e 30º. Na generalidade das situações, as coberturas de madeira são constituídas por asnas simples de vãos entre 6 e 7 m. Segundo ATCHESON (2005), as ligações constituintes de uma asna simples podem ser clássicas, ou seja, por encaixe ou com pregos e parafusos, ou modernas, consistindo numa ligação à base de parafusos pré-esforçados, colas e anéis metálicos (Figura 3.10).

Figura 3.9 Estrutura resistente em madeira, adaptado de PEREIRA & LAGES (2010)

Figura 3.10 Estrutura de madeira com ligações metálica, adaptado de PEREIRA & LAGES (2010)

De acordo com ATCHESON (2005), todas as peças de madeira devem ser armazenadas sobre o estrado, em local seco e o mais próximo possível do local onde irão ser executadas. No caso de peças de grande comprimento, é prudente uma análise pormenorizada, com o intuito de verificar a existência de defeitos

susceptíveis de lhe reduzir a resistência. Devem ser tomadas diversas precauções, de forma a evitar a deterioração geral da estrutura, das quais se podem destacar a facilidade de escoamento das águas e arejamento das faces vizinhas e paralelas, evitando posteriores anomalias não só no próprio sistema de cobertura como em diversos outros elementos construtivos.

Relativamente às estruturas resistentes em betão, ROCHA (2008) e MARQUES (2009) verificaram, nas suas investigações que esta solução apresentava, na actualidade, um papel cada vez mais importante no domínio da construção, não só devido à facilidade de se obter as mais diversas formas, mas também pela sua elevada resistência (superior à madeira) e economia relativamente ao aço (Figuras 3.11 e 3.12).

Figura 3.11 Estrutura de suporte em betão de uma cobertura inclinada, adaptado de ROCHA (2008)

Figura 3.12 Estrutura de suporte em betão de uma cobertura inclinada, adaptado de MARQUES (2009)

Segundo BARTHEL et al. (2003), no caso de edifícios correntes, a estrutura de suporte em betão armado pode ser constituída por uma laje estrutural contínua ou por uma estrutura descontínua com madres e varas. As estruturas contínuas de betão armado consistem, numa laje inclinada que permite criar um espaço útil e habitável no desvão. Neste tipo de estruturas, a laje a executar é, na maioria dos casos, do tipo aligeirada e constitui um elemento que poderá ser considerado estrutural, principalmente em termos de apoios. Estes elementos, para além do seu peso próprio, devem também apresentar uma resistência significativa de modo a receberem as cargas do telhado. As ripas são geralmente executadas a partir da utilização de argamassas, madeira, metal ou de betão (pré-fabricadas). É sobre o conjunto das ripas que se aplicam directamente as telhas cerâmicas, as quais são mantidas em posição pelos pernes e pelo seu peso próprio e, em certos casos, como regiões de ventos fortes, por dispositivos complementares de fixação. As estruturas descontínuas são utilizadas, na maioria das situações, em sótãos não habitados, armazéns, pequenos pavilhões ou construções pré-fabricadas. No caso, as madres e varas podem ser constituídas por perfis pré-fabricados de betão armado ou pré-esforçado (APICER, 1998).

As soluções estruturais em alvenaria têm o objectivo de substituir um ou mais elementos dessa estrutura, com o recurso a paredes ou muretes assentes sobre vigas da estrutura do edifício subjacente ou sobre a laje de tecto do último piso habitável. A utilização desta solução é bastante frequente, pois permite uma fácil execução e redução de custos em relação às estruturas alternativas. No entanto, de acordo com APICER (1998), existem diversos cuidados a ter em consideração, quer ao nível do projecto, quer ao nível da execução:

- utilização condicionada do desvão da cobertura;

- necessidade de calcular e executar a laje de tecto em que o elemento em causa se vai apoiar, sendo de extrema importância a localização das paredes e muretes, a respectiva posição em relação à direcção de apoio das lajes e às cargas por elas transmitidas;
- de modo a não condicionar excessivamente a laje de tecto, é necessário existir um equilíbrio entre a resistência mecânica das paredes e a sua leveza;
- tendo em consideração as acções horizontais sobre as coberturas, é necessário garantir a estabilidade transversal das paredes;
- dificuldade em criar uma solução de isolamento térmico continuo sobre a laje do tecto inferior.

De acordo com APICER (1998), as madres, varas e ripas utilizadas no mesmo sistema de alvenaria podem ser em betão ou madeira e, de certa forma, toda a solução da cobertura torna--se uma solução mista, com diversos tipos de materiais.

As paredes de alvenaria podem encontrar-se dispostas em relação ao beiral, de forma perpendicular (Figura 3.13), permitindo substituir as asnas, ou paralela (Figura 3.14) e assim substituir as asnas e as madres e apoiar as varas (LOPES, 2009).

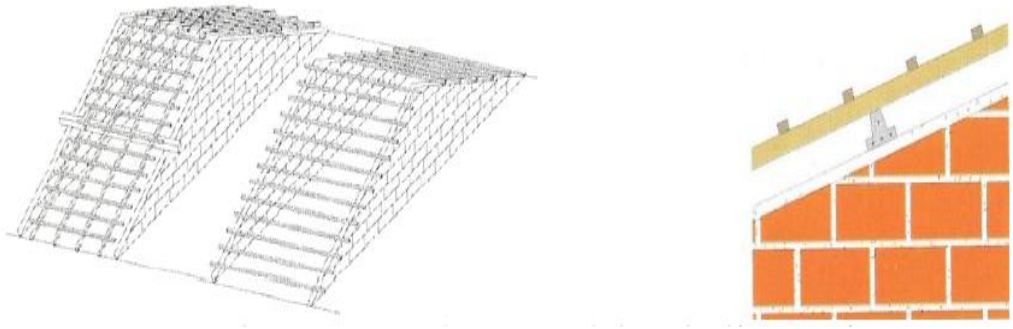


Figura 3.13 Estrutura de suporte de alvenaria perpendicular ao beiral, adaptado de APICER (1998)

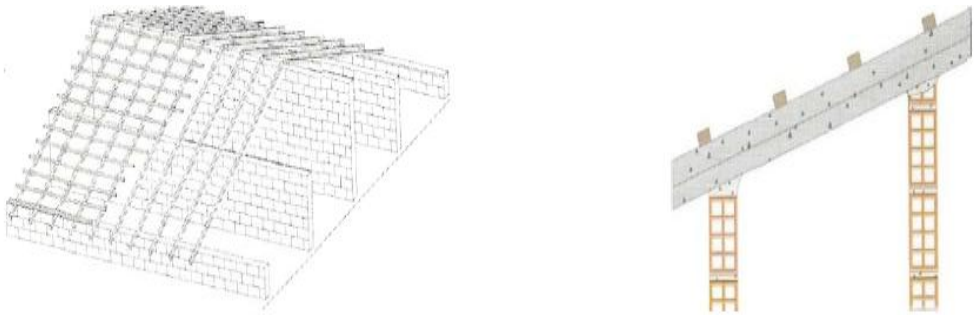


Figura 3.14 Estrutura de suporte de alvenaria paralelo ao beiral, adaptado de APICER (1998)

3.2.3.4. Camada de isolamento térmico

Tal como ocorre em coberturas planas, nos sistemas de coberturas inclinadas, a camada de isolamento térmico é o elemento onde, devido à sua exposição, mais sucedem trocas de calor, pelo que é sempre necessário executar uma eficaz solução térmica e assim obter boas condições de conforto térmico (Figuras 3.15 e 3.16).

De acordo com ATCHESON (2005), o material utilizado neste tipo de soluções deve apresentar baixa condutibilidade térmica, elevada resistência mecânica, insensibilidade à humidade e características superficiais de forma a garantir uma boa aderência e travamento dos ripados.

Figura 3.15 Aplicação de isolamento térmico, adaptado de DOW (2011)

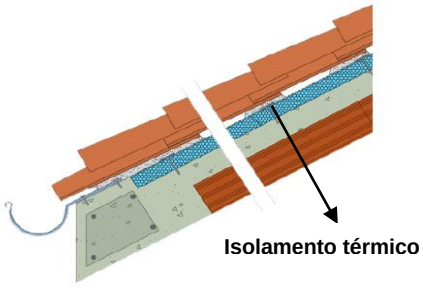


Figura 3.16 Sistema de uma cobertura inclinada, adaptado de APICER (1998)

Tendo em consideração o isolamento térmico, as coberturas inclinadas em telha cerâmica podem ser executadas com isolamento na laje horizontal ou segundo a vertente. Por consequência, cada um destes grupos apresenta varias subdivisões, baseadas no tipo e posição do isolamento, tipo de estrutura inclinada (contínua ou descontínua, leve ou pesada, monocamada ou multicamada), número e tipo de camadas acessórias consideradas (APICER, 1998).

A solução de isolamento térmico aplicado na laje horizontal é frequentemente utilizada, quando o desvão não se destina à habitação e o elemento horizontal é uma laje executada em betão armado, um pavimento de madeira ou um tecto falso. Deste modo, o isolante deve ser aplicado na parte superior da laje ou pavimento, permitindo a redução dos riscos de condensação superficial inferior e a ocorrência de pontes térmicas.

A estrutura resistente é, neste tipo de soluções, descontínua, ou seja, com varas e ripas, garantindo uma eficaz ventilação do desvão. É aconselhável a execução de uma barreira pára-vapor na face inferior do isolamento térmico para impedir que o vapor de água venha a condensar a superfície fria (APICER, 1998; ROCHA, 2008).

De acordo com os mesmos autores, quando se pretende que o desvão da cobertura seja um espaço habitável, é frequente aplicar o isolante segundo as vertentes. Neste caso, a estrutura resistente pode ser contínua e em betão armado ou descontínua e, neste tipo de solução, o elemento é executado em madeira. Quando são executadas estruturas de suporte contínuas, o isolamento térmico deve ser aplicado na face exterior da laje, sob a forma de placas rígidas. As respectivas placas poderão ser fixadas mecanicamente ou através de colas. Quando a estrutura do telhado é descontínua, o respectivo isolante térmico pode ser considerado descontínuo (colocado por faixas entre as varas) ou contínuo e, neste caso, é colocado sob as varas. Nas duas soluções em causa, é aconselhável a execução de uma barreira pára-vapor sob a camada de isolamento térmico.

3.2.3.5. Sistema de ventilação

A execução de um eficaz sistema de ventilação sob as telhas é de extrema importância, de modo a existir um equilíbrio entre a pressão causada pelo vento forte e a respectiva acção de sucção e uma estabilidade térmica de toda a estrutura (Figuras 3.17 e 3.18).

Segundo APICER (1998), em coberturas inclinadas de telha cerâmica, podem existir dois tipos de ventilação: micro-ventilação (ventilação da face inferior da telha) e a ventilação do desvão da cobertura. Para que se processe a ventilação da face inferior da telha (Figura 3.19), é necessário que o ar circule livremente, devendo existir um espaço livre de 2 a 4 cm sob as telhas.

As ripas devem ser interrompidas 2 a 3 cm em cada 3 a 4 m e assim permitir a circulação do ar. Para um eficaz funcionamento deste mecanismo, o beiral e a cumeeira devem ser ventilados, o que nem sempre acontece, devido às diferentes soluções e condicionantes construtivas. Deste modo, existem diversas medidas que devem ser respeitadas, das quais se podem destacar:

- a abertura de orifícios de ventilação na zona do beirado, permitindo assim a entrada de ar e a sua saída ao nível da cumeeira;
- a colocação de telhas de ventilação.

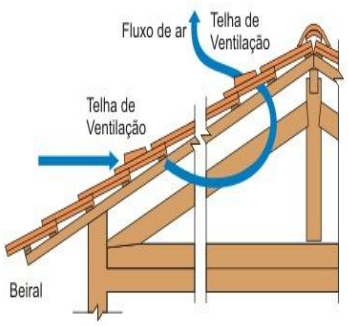


Figura 3.17 Funcionamento de um sistema de ventilação, adaptado de TOPTELHA (2011)

Figura 3.18 Telha de ventilação, adaptado de TOPTELHA (2011)

Relativamente à ventilação do desvão (Figura 3.20), de acordo com APICER (1998), é um processo fundamental para garantir a durabilidade dos materiais, condições de conforto térmico e salubridade do espaço. Neste tipo de mecanismo, a ventilação processa-se de um modo distinto, caso o desvão seja habitável ou não.

Quando o desvão é habitável, é necessária uma aplicação eficaz da camada de isolamento térmico, com o intuito de evitar os fortes problemas de condensações que este tipo de ventilação pode gerar. Quando o desvão não é habitável e o telhado apresenta uma estrutura resistente descontínua sem forro, a ventilação processa-se através da permeabilidade ao ar do próprio telhado, tendo em conta a acção do vento. Em diversas situações, é necessária a execução de telhas de ventilação ou aberturas francas em paredes de desvão. Para ambos os mecanismos, a colocação de uma barreira pára-vapor contínua sob o isolamento térmico, é indispensável para que todo o sistema seja eficaz.

Figura 3.19 Exemplo de uma cobertura com micro-ventilação, adaptado de MARQUES (2009)

Figura 3.20 Funcionamento da ventilação do desvão, adaptado de ROOF INFO (2009)

3.2.3.6. Camada de forro

A colocação de forros numa cobertura inclinada pode ser executada através de elementos contínuos, rígidos ou flexíveis e assim nivelar o tecto, fornecer suporte às instalações, permitir correcções térmicas e melhorar o isolamento acústico e a ventilação das telhas.

De acordo com ATCHESON (2005), os forros flexíveis são geralmente constituídos por mantas de feltros betuminosos ou filmes plásticos. Por outro lado, os forros rígidos podem ser elementos de madeira ou materiais derivados, pranchas pré-fabricadas (em betão ou cerâmica), laje de betão armado ou, em diversas situações, constituídos por subtelhas.

A colocação de um forro baseia-se em contra-ripas pregadas sobre o elemento em causa, coincidindo com as varas mas com a mesma dimensão das ripas. As ripas, ao serem pregadas às contra-ripas, proporcionam a sua eficaz ventilação (ATCHESON, 2005).

As subtelhas, elemento mais utilizado relativamente a todos os outros referidos, para além de desempenharem as funções dos outros forros, permitem equilibrar a estanqueidade da cobertura. As subtelhas consistem em chapas onduladas de metal, fibrocimento, materiais plásticos ou betuminosos (Figura 3.21). Em coberturas inclinadas com superfícies contínuas, as subtelhas assentam directamente sobre a superfície e são posteriormente fixadas com pregos ou parafusos. Quando aplicadas em superfícies descontínuas, as subtelhas são colocadas directamente sobre o ripado. No caso de existir isolamento térmico, as subtelhas assentam directamente sobre este (com recurso a pregos, parafusos e buchas especiais), independentemente do tipo de superfície em causa.

3.2.3.7. Camada de ripado e fixações

O ripado é o elemento construtivo que se encontra em contacto directo com as telhas, com a função de apoio. Deste modo, possibilita o equilíbrio e o posicionamento das telhas, transmitindo à estrutura as acções sobre elas exercidas. Segundo LOPES (2009), as características geométricas do ripado dependem do espaçamento das vigas. Os elementos em causa são geralmente de madeira, perfis metálicos, betão pré-moldado ou mesmo argamassas.

Figura 3.21 Colocação do sistema de subtelha, adaptado de PINTPOR (2011)

De acordo com BARTHEL et al. (2003), a fixação das telhas ao ripado pode ser efectuada através da aplicação de diversos materiais, dos quais se podem destacar: pregos, agrafos, parafusos, grampos metálicos, colas e mástiques específicos. Cada tipo de material a aplicar depende da especificidade e localização do telhado.

De modo a que todo o sistema funcione eficazmente, as telhas devem ser fixas ao longo da periferia do telhado, inclusive nas cumeeiras, beirados e remates. O projectista deve definir o tipo de fixação, dependendo das necessidades específicas da obra (BARTHEL et al., 2003).

3.2.3.8. Pontos singulares

De acordo com ROCHA (2008), pontos singulares são zonas do telhado que apresentam uma solução construtiva diferente do resto da cobertura. Na Tabela 3.7, enumeram-se, de forma genérica para todos os tipos de telhas, as soluções construtivas a adoptar nos principais pontos singulares.

Tabela 3.7 Soluções construtivas a adoptar nos principais pontos singulares de uma cobertura inclinada, adaptado de APPICER (1998)

Pontos singulares	Descrição	Exemplos
Cumeeira	Aresta horizontal delimitada pelo encontro entre duas águas. Localizada na parte mais alta do telhado. O assentamento é efectuado na direcção contrária à dos ventos dominantes com cumes e telhões. Durante a fixação, utilizam-se os seguintes tipos de materiais: argamassa, grampos e pregos.	
Rincão	Chapas em aço galvanizado, zinco ou cobre (em forma de “U” ou “V”) e colocadas sob as telhas, ao longo das interacções côncavas de duas águas de telhados.	
Beiral	Projecção do telhado para fora do alinhamento da parede formada por elementos cerâmicos complementares. O assentamento das telhas inicia-se na linha do beiral, tendo em consideração o sentido do encaixe lateral da telha.	
Laró	Aresta reentrante de telhado irregular. Geralmente, é revestido por um rufo em chapa de aço, cobre, fibra de vidro ou fibrocimento, em alvenaria impermeabilizada ou em betão impermeabilizado.	
Janelas, clarabóias e chaminés	Estruturas em alvenaria, argamassa ou soluções pré-fabricadas. As ligações dos pontos de intersecção, executam-se com base em bandas adesivas multiuso e posteriormente protegidas por rufos metálicos.	

3.3. Degradação das coberturas

A degradação dos elementos de uma cobertura é uma problemática ainda em desenvolvimento em termos de investigação. Apesar de actualmente a preocupação em conceber edifícios duráveis e com qualidade seja cada vez maior, ainda se verifica, em muitas situações, um número bastante elevado de anomalias nos sistemas de coberturas.

O "*Institut Technique du Bâtiment et des Travaux Publics*" foi o pioneiro no estudo de anomalias de elementos do edifício. Em 1982, um estudo estatístico sobre 12 200 anomalias permitiu verificar que as coberturas apresentavam um número de irregularidades bastante superior à maioria dos restantes elementos construtivos, estando apenas atrás da fachada do edifício. Mais tarde, em Victoria (Austrália), ILOZOR et al. (2004) efectuaram um estudo idêntico concluindo também que as coberturas são o segundo elemento construtivo mais afectado e com maior número de anomalias. Deste modo, é bastante importante referenciar a temática em causa, pelo que neste subcapítulo são desenvolvidos não só os principais factores de degradação de coberturas como as anomalias e respectivas causas mais correntes.

3.3.1. Factores de alteração e degradação

A degradação prematura do sistema de coberturas não é apenas consequência de uma ineficaz execução dos seus elementos. De acordo com GRIFFIN (1984), HODGES (1999) e PIRLA et al. (1999), os principais agentes de deterioração de qualquer tipo de cobertura estão relacionados com factores atmosféricos. Dos diversos factores existentes, os mesmos autores destacam a água, temperatura, radiação solar, vento, agentes químicos, poluição devido ao tráfego e uso indevido, como os parâmetros principais de degradação de uma cobertura.

De acordo com HODGES (1999), a degradação prematura e contínua do sistema de cobertura provoca principalmente um aumento significativo dos seus custos de manutenção, podendo não ser considerado um acontecimento com gravidade significativa. Deste modo, cada sistema de cobertura apresenta uma curva característica de degradação, que pode ser generalizada de acordo com a Figura 3.22.

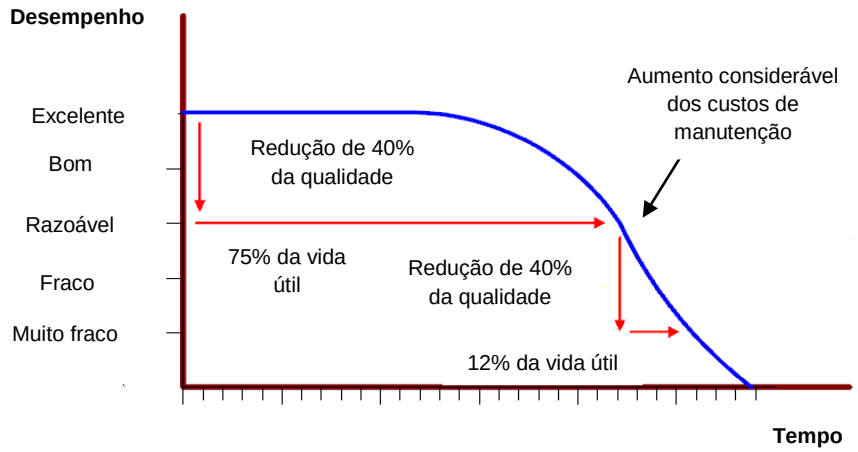


Figura 3.22 Curva de deterioração de uma cobertura, adaptado de HODGES (1999)

De seguida, desenvolvem-se os efeitos que cada um dos parâmetros indicados tem sobre o sistema de uma cobertura.

i) Água

A água representa o factor que mais influencia o processo de degradação de uma cobertura, quer seja na forma de chuva ou na forma de neve, geada e vapor de água. De acordo com DOUGLAS & RANSOM (2007), a acumulação de água permite o desenvolvimento de microrganismos e vegetais parasitas provocando uma perda nas características das protecções das membranas e dos próprios revestimentos e deixando-os mais expostos aos factores de deterioração. Em situações de baixas temperaturas, a água existente na estrutura interna da cobertura passa do estado líquido para o estado sólido, provocando um aumento do seu volume e a consequente fractura interna. Deste modo, o material acaba por se degradar e mesmo destruir, afectando a sua permeabilidade. No caso de sistema da cobertura apresentar fissuras, a água pode infiltrar-se nessas zonas, provocando o empolamento das membranas.

A neve, para além de provocar os mesmos efeitos de degradação, originados pelas baixas temperaturas da água da chuva, permite também a manifestação de uma sobrecarga significativa na cobertura e consequente ruptura de alguns materiais.

O vapor de água, proveniente do uso do edifício, apresenta um fluxo ascendente e, ao atravessar as diferentes camadas de uma cobertura, pode provocar a condensação no interior dos materiais e, consequentemente, os mesmos efeitos originados pela água da chuva.

ii) Temperatura

De acordo com TRUJILLO (2002) e DIAS (2008), as temperaturas elevadas apresentam uma influência significativa nos produtos betuminosos (membranas e emulsões à base de betumes). O factor em causa provoca a volatilização dos materiais e consequente retracção, endurecimento e fissuração dos produtos betuminosos. No caso de membranas de PVC, verifica-se uma perda significativa de plastificantes, quando sujeitos a temperaturas excessivas, permitindo uma diminuição do alongamento na rotura e um aumento do módulo de elasticidade. O factor em causa provoca ainda uma redução na eficácia da aderência das ligações executadas por sobreposição e o empolamento das membranas, devido à passagem da água, que se encontra no interior das camadas, do seu estado líquido para o estado gasoso.

Todos estes processos provocam, por consequência, a degradação acelerada de todo o sistema de cobertura.

iii) Radiação solar

Os raios ultravioletas provocam a deterioração progressiva dos materiais, permitindo um envelhecimento prematuro dos mesmos. No caso das membranas, verifica-se o aparecimento de pequenas fissuras e uma perda de massa, devido à alteração da composição, perda de plastificante e capacidade de deformação (TRUJILLO, 2002; DIAS, 2008).

Os raios infravermelhos representam um outro parâmetro significativo na deterioração do sistema de cobertura, apesar de não ser tão importante como o factor anterior. Deste modo, a incidência de raios infravermelhos permite o aquecimento dos diferentes materiais existentes num sistema de cobertura e, por consequência, o aparecimento de fenómenos de dilatação e contracção. A estabilidade da cobertura é posteriormente afectada, não só devido aos fenómenos referidos, mas também pelas consequentes fissuras e fracturas dos mesmos materiais (DOUGLAS & RANSOM, 2007; FERREIRA, 2009).

iv) Vento

A acção do vento é um factor relevante na eficácia de funcionamento de uma cobertura plana. De acordo com TRUJILLO (2002) e DIAS (2008), as forças de sucção que o vento cria permitem o arrastamento das protecções pesadas da impermeabilização e dos revestimentos em coberturas inclinadas deixando-as, por consequência, expostas à agressão dos restantes agentes atmosféricos. Estes fenómenos provocam uma degradação prematura de todo o sistema de cobertura, bem como de diversos outros elementos de construção.

v) Uso indevido da cobertura

Em diversas situações, os próprios utentes do imóvel poderão utilizar de forma incorrecta a cobertura, quer por desconhecimento, quer por descuido. Deste modo, desenvolvem-se degradações prematuras nas diversas zonas de uma cobertura plana, resultando por outro lado numa perda de estanqueidade da mesma (FERREIRA, 2009).

3.3.2. Caracterização das anomalias e causas em coberturas planas

A cobertura de um edifício é o elemento construtivo mais susceptível à acção dos agentes atmosféricos e às acções mecânicas resultantes da sua acessibilidade à circulação de pessoas ou veículos. Deste modo, são necessários diversos cuidados, quer ao nível da concepção das camadas de constituição quer na altura da sua aplicação, com o intuito de reduzir as anomalias existentes neste elemento construtivo (LOPES, 2006).

Após a análise de diversas coberturas planas e respectivas anomalias, ROCHA (2008) apresentou uma distribuição das mesmas por zonas das coberturas e em função do número total de ocorrência e da zona afectada (Figura 3.22).

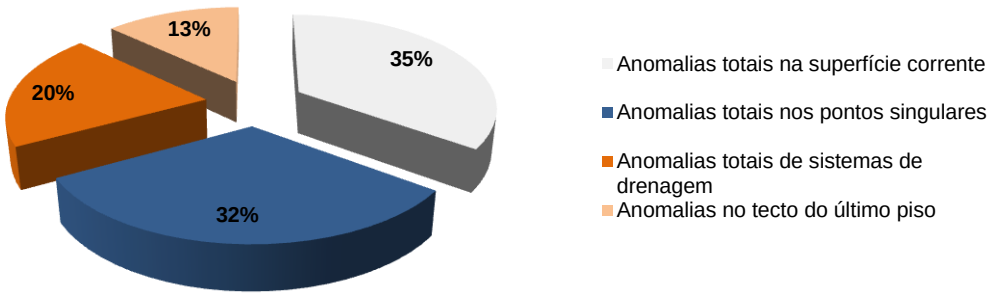


Figura 3.23 Distribuição das anomalias por zonas das coberturas e em função do número total de ocorrência, adaptado de ROCHA (2008)

No mesmo projecto de investigação, ROCHA (2008) concluiu que as anomalias mais frequentes ocorrem na superfície corrente e nos pontos singulares, seguidos dos sistemas de drenagem e das anomalias no tecto do último piso. Neste documento, apenas serão referidas, de forma sucinta, as principais anomalias e respectivas causas que ocorrem na superfície corrente, pontos singulares e sistemas de drenagem, pois o desenvolvimento exaustivo desta temática não se enquadra no âmbito da dissertação.

WALTER (2002) e CRUZ & AGUIAR (2009) verificaram que, das diversas anomalias existentes numa cobertura plana e especificamente na zona corrente, a camada de impermeabilização representa o constituinte mais afectado (em especial quando é aplicada com função de protecção).

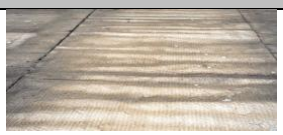
Por outro lado, apesar de menos frequente, verifica-se a existência de diversas anomalias nos elementos de protecção pesada (fissuração, fracturação, colonização biológica, acumulação de detritos e vegetação parasitária, sujidade superficial, etc.), em especial à uma manutenção insuficiente, a qual é notória em Portugal.

Nas Tabelas 3.8 e 3.9, são descritas as principais anomalias e respectivas causas que ocorrem na superfície corrente de uma cobertura plana. Todos os factores indicados nas Tabelas 3.8 e 3.9 têm como base a compilação de informação de diversas referências bibliográficas.

Tabela 3.8 Principais anomalias e respectivas causas na superfície corrente de uma cobertura plana, adaptado de LOPES (1994) SILVA & GONÇALVES (2001), WALTER (2002), PIRLA et al. (1999), ROCHA (2008), ARAÚJO et al. (2008) e CRUZ & AGUIAR (2009)

Superfície corrente		
Anomalias	**Causas**	**Exemplos**
Fissuração da impermeabilização	Acção da temperatura e da radiação ultravioleta	
	Movimentos diferenciais	
	Contracção ou expansão	
	Inexistência de camada de dessolidarização	
	Incompatibilidade de materiais	
	Acção do vento	
Perfuração da impermeabilização	Protecção inadequada da impermeabilização	
	Cargas pontuais	
	Fixação de objectos	
	Peças de fixação	
Arrancamento da impermeabilização	Acção do vento	
	Qualidade insuficiente das soluções de fixação	
	Qualidade insuficiente do sistema de colagem	
	Execução ineficaz da soldadura	
	Insuficiente quantidade de peças de fixação mecânica	
Descolamento das juntas de sobreposição	Ineficaz aplicação das juntas	
	Deficiente colocação da membrana	
	Reduzida largura das juntas	
	Insuficiente quantidade de produto de colagem	
	Ineficaz execução da colagem e soldadura	
	Acção do vento e do calor	

Tabela 3.9 Principais anomalias e respectivas causas na superfície corrente de uma cobertura plana, adaptado de LOPES (1994), SILVA & GONÇALVES (2001); WALTER, 2002, PIRLA et al. (1999), ROCHA (2008), ARAUJO et al. (2008) e CRUZ & AGUIAR (2009) (continuação)

Superfície corrente		
Anomalias	**Causas**	**Exemplos**
Formação de pregas	Acção do calor e dos raios ultravioletas	
	Ineficaz fixação do sistema de impermeabilização	
Desenvolvimento de vegetação	Presença prolongada de água	
	Falta de insolação	
	Falta de manutenção com inspecções periódicas	
Empolamentos	Inexistência de colagem das camadas do sistema em zonas específicas	
	Falta de planeza e encurvamento acentuado do suporte	
	Ineficaz limpeza de diversos materiais, como gravilha e pedaços de papel, entre a impermeabilização e o suporte	
Permanência prolongada de água	Reduzida pendente	
	Conformação insatisfatória da camada de forma	
	Obstruções de caleiras	
	Falta de manutenção	
	Inexistência de ralos nas embocaduras dos tubos de queda	

Os pontos singulares são também bastante afectados pelos factores de degradação descritos sendo, de acordo com diversos autores, a zona da cobertura onde ocorrem mais anomalias. Tal como na superfície corrente, PAIVA (2006) refere que as principais causas da ocorrência de anomalias incidem principalmente em erros de concepção e projecto, na fase de execução e na de utilização. As anomalias podem também ocorrer devido a acções naturais (físicas, químicas e biológicas), a desastres naturais e de origem humana, mas não são causas tão relevantes como as anteriores.

Tal como referido, os pontos singulares são, em diversos casos, elementos sujeitos a uma manutenção insuficiente e a sua importância, relativamente à correcta funcionalidade de todo o sistema de cobertura é muitas vezes descurada não só pelos utentes do edifício, como também pelos próprios técnicos.

A aplicação de materiais inadequados à funcionalidade e localização do edifício originam, consequentemente, uma degradação prematura dos elementos em causa. Relativamente aos edifícios de serviço, verifica-se em diversas situações que os equipamentos instalados ao longo da cobertura, provocam o aparecimento de um número significativo de anomalias em pontos singulares.

De forma análoga, na Tabela 3.10, são descritas as principais anomalias e respectivas causas em pontos singulares de uma cobertura plana. Poderão existir outras anomalias, mas de acordo com as diversas referências bibliográficas, as que ocorrem mais frequentemente neste tipo de sistema são as que se referem na Tabela 3.10.

Tabela 3.10 Principais anomalias e respectivas causas em pontos singulares de uma cobertura plana, adaptado de SILVA & GONÇALVES (2001), WALTER (2002), PIRLA et al. (2005), ROCHA (2008) e ARAUJO et al. (2008)

Pontos singulares		
Anomalias	**Causas**	**Exemplos**
Fissuração dos remates	Inexistência de protecção térmica das platibandas altas e rígidas com material isolante eficaz	
	Inexistência de protecção vertical do remate	
	Diferenças entre a estrutura resistente e o elemento emergente, tendo em consideração o comportamento térmico e mecânico	
	Inexistência de uma junta de fraccionamento na camada de protecção, a uma distância de 0,30 m dos seus paramentos	
Fissuração dos remates nas juntas de dilatação	Execução de um sistema de protecção rígido sem interrupção sobre a junta de dilatação	
	Execução de remates das juntas de dilatação na superfície da cobertura, em que a mesma se encontra sujeita a acções mecânicas devido à circulação de pessoas	
	Inexistência de um empanque que sirva de suporte ao remate	
Insuficiente altura dos remates	Definição ineficaz das camadas a aplicar sobre a impermeabilização	
	Insuficiente sobreelevação da soleira das portas relativamente à superfície corrente da cobertura	
	O prolongamento do remate da impermeabilização sob a soleira da porta não foi executado	
Fluência ou deslizamento dos remates	Acção da temperatura	
	Desenvolvimento demasiado significativo em altura do remate de impermeabilização	
Inadequado capeamento do coroamento das platibandas	Remate do revestimento de impermeabilização não recobre o paramento horizontal	
	Utilização de capeamentos desapropriados às suas funções	
Descolamento dos remates	Irregularidade dos paramentos (reboco inadequado, teor de humidade dos materiais de suporte superior ao recomendado	
	Insuficiente quantidade de produto de colagem	
	Aplicação dos remates em condições atmosféricas desfavoráveis	
	Inexistência de juntas de sobreposição	
	Inadequada protecção do bordo superior do remate	
	Deficiente processo de fixação dos rematas de impermeabilização às tubagens emergentes	
Perfurações nas guardas das platibandas	Colagem insatisfatória	
	Inexistência de abraçadeiras e mástiques	
	Deficiente ajuste dos remates aos montantes	

Na Tabela 3.11, são descritas as principais anomalias e respectivas causas em sistemas de drenagem de uma cobertura plana. De acordo com WALTER (2002) e ROCHA (2008), as principais causas deste tipo de

anomalias estão relacionadas com a ineficaz manutenção de todo o sistema de cobertura e com erros de concepção e dimensionamento dos equipamentos pertencentes ao sistema de drenagem. Deste modo, deve existir um plano eficaz de inspecções e manutenção de todo o sistema de cobertura, de forma a evitar qualquer tipo de problema e assim prolongar a sua vida útil e melhorar o seu desempenho.

A importância deste tipo de elementos, face ao correcto funcionamento e desempenho de todo o sistema de cobertura (em especial da zona corrente) deve ser realçado, pois poderá provocar o aparecimento de anomalias nos diversos elementos construtivos da cobertura e interior do edifício.

Tabela 3.11 Principais anomalias e respectivas causas do sistema de drenagem em coberturas planas, adaptado de SILVA & GONÇALVES (2001), WALTER (2002), PIRLA et al. (1999), ROCHA (2008) e ARAUJO et al. (2008)

Sistema de drenagem		
Anomalias	**Causas**	**Exemplos**
Acumulação de água e manchas junto a tubos de queda e caleiras	Deficiente regularização das superfícies acabadas Deficiente limpeza do suporte Humidade Acumulação de detritos Ausência de manutenção e inspecções Estrangulamento dos pontos de evacuação	
Fissuração das caleiras metálicas	Concepção deficiente dos pontos de evacuação de águas pluviais Acção da temperatura e da radiação ultravioleta Envelhecimento natural do material	
Entupimento dos ralos	Acumulação de detritos Alteração das condições de utilização	
Inexistência de ralos de embocadura	Concepção deficiente dos pontos de evacuação de águas pluviais Deficiente controlo de qualidade Movimentos diferenciais acentuados entre a estrutura resistente e o elemento emergente	
Rotura das juntas entre caleiras	Concepção deficiente das juntas de dilatação Inadequada execução da protecção do bordo superior do remate Deficiente controlo de qualidade Acção da temperatura e da radiação ultravioleta Envelhecimento natural do material	

3.3.3. Caracterização das anomalias e causas em coberturas inclinadas

As anomalias em coberturas inclinadas são consequência de diversos factores. O eficaz funcionamento de uma cobertura inclinada, semelhante a qualquer outro elemento da envolvente exterior de um edifício, depende fundamentalmente do nível de concepção e dimensionamento, da qualidade dos materiais, da própria execução do sistema e da sua posterior manutenção. Tal como nas coberturas planas, é notória a importância dos pontos singulares para a ocorrência de situações irregulares.

De acordo com NOY & DOUGLAS (2005), a maioria das anomalias que ocorrem em coberturas inclinadas é consequência da acção da humidade ou devida a desajustamentos face a certas exigências (conforto, eficiência energética, entre outras). Deste modo, para uma adequada estanqueidade à humidade de precipitação, é fundamental cumprir as seguintes condições:

- estanqueidade e resistência à água dos revestimentos;
- pendentes e comprimentos de sobreposição entre peças de revestimento;
- tecnologia construtiva adequada.

GARCEZ (2009) e LOPES (2009), nas suas investigações, concluíram que 31% das anomalias existentes em coberturas inclinadas se prendem com a má execução do próprio sistema, seguida de erros de projecto, acções ambientais, erros de utilização e manutenção e, por fim, acções de origem mecânica (Figura 3.24).

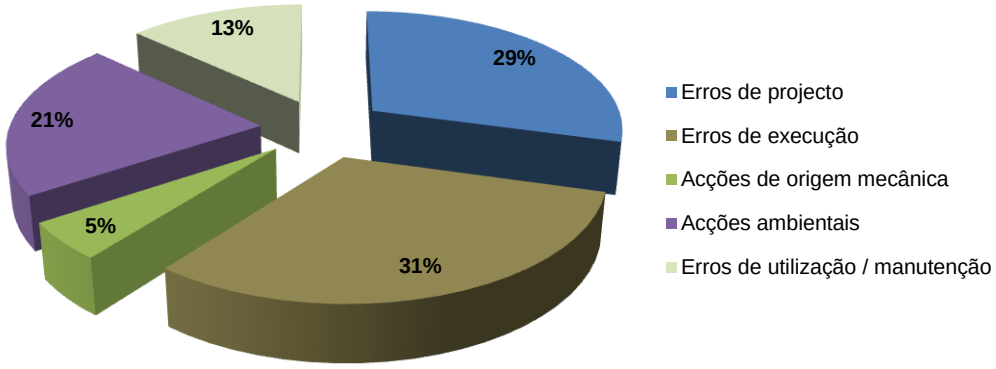


Figura 3.24 Distribuição das principais causas de anomalias em coberturas inclinadas, adaptado de GARCEZ (2009) e LOPES (2009)

APPLETON (2003) refere diversos aspectos a ter em consideração durante a análise de anomalias de uma cobertura inclinada, destacando as zonas críticas deste tipo de solução:

- juntas de sobreposição entre telhas cerâmicas;
- junções de contorno de peças emergentes na cobertura;
- beirais, bordos, cumeeiras e larós com recobrimento insuficiente;
- ligações do revestimento a platibandas ou paredes emergentes;
- caleiras e tubos de queda de águas pluviais que apresentam uma ineficaz execução.

De acordo com SILVA et al. (2003), a ausência ou insuficiência de projecto, a reduzida formação específica da mão-de-obra, a adopção de novos materiais complementares, com desconhecimento do seu comportamento e princípios de utilização e a desadequação da geometria de algumas coberturas ao sistema em análise, poderão constituir causas principais que urge combater.

Os processos de manutenção periódica e hierarquizada das coberturas, tal como dos restantes elementos construtivos dos edifícios, constituem a ferramenta adicional e imprescindível para diminuir as disfunções que actualmente se verificam.

Após a análise de diversas coberturas inclinadas e respectivas anomalias, ROCHA (2008) apresentou uma distribuição das mesmas por zonas das coberturas e em função do número total de ocorrência e dos pontos corrigidos obtidos (Figura 3.25).

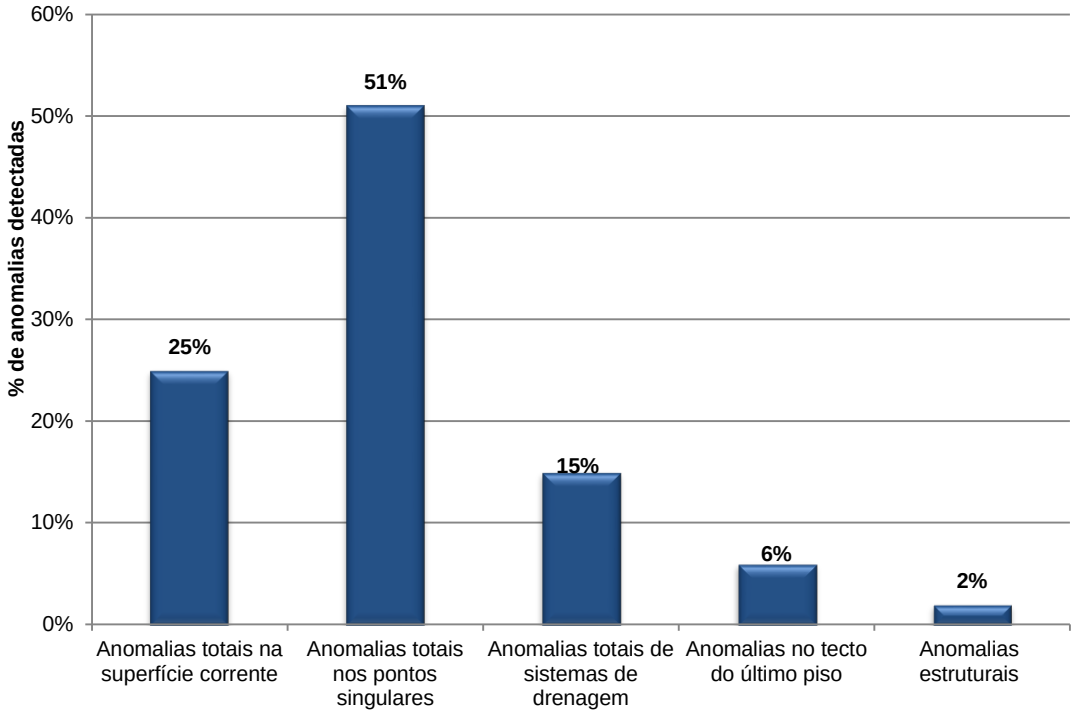


Figura 3.25 Distribuição das anomalias por zonas da cobertura e em função do número de ocorrência, adaptado de ROCHA (2008)

Observando a Figura 3.25, verifica-se uma percentagem bastante elevada de ocorrência de anomalias nos pontos singulares. Realça-se também o número de anomalias ocorridas na superfície corrente e no sistema de drenagem de águas pluviais.

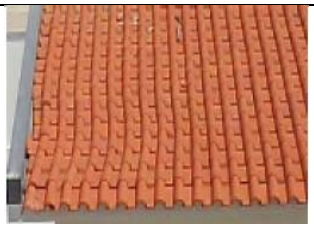
Ao contrário das coberturas planas, neste caso é um pouco mais complexo criar um sistema classificativo e assim efectuar uma tabela síntese das anomalias mais comuns e as respectivas causas. Deste modo, com base nos projectos de GARCEZ (2009) e ROCHA (2008), é vantajoso decompor as anomalias em condensações, deslocamentos / deformações, degradação do revestimento e defeitos de projecto / execução, pois neste tipo de sistema a mesma anomalia poderá ocorrer em diversas zonas da cobertura em simultâneo. De acordo com os mesmos autores, a maioria das anomalias que irão ser apresentadas ocorre em qualquer tipo de revestimento. No entanto, é sempre necessário realizar um conjunto de inspecções para verificar a sua existência.

No caso especifico das condensações, estas ocorrem principalmente no Inverno e em regiões climáticas com temperaturas do ar baixas ou em locais interiores com elevada produção de vapor de água. Este tipo de anomalia pode ocorrer tanto em zonas correntes, como em zonas localizadas, devido a sistemas de ventilação e isolamento térmico deficientes e à inexistência ou descontinuidade de barreira pára-vapor (LOPES, 2001; COIAS, 2006; GARCEZ, 2009).

Na Tabela 3.12, são descritas as diversas anomalias e respectivas causas pertencentes ao grupo dos deslocamentos e deformações do revestimento.

Neste tipo de anomalias, verifica-se que as principais causas dizem respeito a erros de execução e utilização. As anomalias em causa são importantes pois originam, em diversas situações, pontos críticos de infiltração de água e, consequentemente, a degradação prematura dos elementos pertencentes ao sistema de cobertura, envolvente vertical do edifício e interior do mesmo.

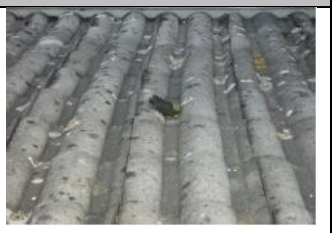
Tabela 3.12 Principais anomalias e respectivas causas, tendo em consideração os deslocamentos e deformações do revestimento, adaptado de GARRAND (2001), SILVA et al (2003), PIRLA et al. (1999), PAIVA (2006), ROCHA (2008), ARAUJO et al. (2008), GARCEZ (2009) e LOPES (2009)

Deslocamentos / deformações		
Anomalias	**Causas**	**Exemplos**
Deformações acentuadas do revestimento	Assentamento da estrutura de suporte	
	Existência de vãos de elevadas dimensões na estrutura de suporte	
	Colocação de equipamentos pesados sobre o revestimento	
	Circulação de pessoas e cargas sobre o revestimento	
	Manutenção ineficaz da estrutura de suporte	
	Acção da temperatura e do vento	
Desalinhamento de elementos de revestimento	Ineficaz colocação dos elementos de revestimento	
	Manutenção inadequada	
	Circulação de pessoas e cargas de forma descuidada	
	Inclinação da cobertura muito acentuada e ventos fortes	
	Espaçamento do ripado de assentamento	
	Incorrecta execução de fixações	
Desprendimento de elementos de revestimento	Acção do vento	
	Inclinação acentuada da cobertura	
	Ineficaz colocação e fixação dos elementos	
	Insuficiente quantidade de fixações mecânicas	
	Degradação das peças de fixação	
	Ausência de substituição e manutenção de elementos fracturados ou descolados	

Na Tabela 3.13, são descritas as principais anomalias e respectivas causas pertencentes ao grupo de degradação do revestimento. Neste caso, verifica-se que os erros de execução, utilização / manutenção e as acções ambientais são os principais responsáveis pelo aparecimento de anomalias.

De salientar que diversas anomalias apresentadas na Tabela 3.13 são especificas de determinados tipos de revestimento, incluindo o descasque do elemento, o qual não se verifica nos revestimentos de fibrocimento e plástico. Por outro lado, a desagregação do elemento apenas se verifica em revestimentos de fibrocimento e revestimentos plásticos. Todos os factores apresentados tiveram como base a informação disponível em diversos documentos bibliográficos.

Tabela 3.13 Principais anomalias e respectivas causas, tendo em consideração a degradação do revestimento, adaptado de GARRAND (2001), SILVA et al (2003), PIRLA et al (2005), PAIVA (2006), ROCHA (2008), ARAUJO et al. (2008) GARCEZ (2009) e LOPES (2009)

Degradação do revestimento		
Anomalias	**Causas**	**Exemplos**
Acumulação de detritos	Inclinação insuficiente da cobertura	
	Limpeza de detritos insuficiente	
	Ventilação insuficiente das telhas	
	Remates cuja concepção favorece a acumulação de detritos	
	Acções de aves sobre as coberturas	
	Acumulação de objectos devido a acções de vandalismo	
Descasque	Ciclos gelo-degelo	
	Ineficaz ventilação do revestimento	
	Circulação descuidada sobre as coberturas	
	Impacto de objectos pesados	
	Humidificação contínua por contacto do revestimento com argamassas	
Desenvolvimento de vegetação	Inclinação insuficiente da cobertura	
	Zonas de estagnação de água devido à acumulação de detritos	
	Ventilação deficiente do revestimento	
	Limpeza insuficiente	
	Acção da radiação solar	
Diferenças de tonalidade	Substituição de elementos por outros de tonalidade diferente	
	Variações de tons associadas ao processo de fabrico	
	Acção dos agentes atmosféricos	
	Colónia de fungos devido a infiltrações de água	
Desagregação	Fenómenos de carbonatação, lixiviação e ataque de sulfatos	
	Acção de raios ultravioletas e infravermelhos	
Fissuração / fracturação	Assentamento da estrutura de suporte	
	Inexistência de caminhos de circulação nas coberturas	
	Colocação de equipamentos pesados sobre as coberturas	
	Quantidade excessiva de fixações	
	Acção da temperatura	

Na Tabela 3.14, referem-se as principais anomalias, cujas causas dizem respeito exclusivamente a erros de execução e de projecto. Este tipo de anomalias continua a ser bastante comum, apesar de todos os esforços para melhorar tanto a qualidade de projecto como a qualidade de execução.

Os pontos singulares das coberturas inclinadas são geralmente omissos no projecto e, em obra, são resolvidos à custa da maior ou menor experiência e habilidade do operário. Deste modo, os mesmos são as principais fontes de infiltrações das coberturas existentes em Portugal (SILVA et al., 2003).

Tabela 3.14 Principais anomalias relativas a defeitos de projecto e de execução, adaptado de GARRAND (2001), SILVA et al (2003), ROCHA (2008), ARAUJO et al. (2008), GARCEZ (2009) e LOPES (2009)

Defeitos de projecto / execução		
Anomalias	**Causas**	**Exemplos**
Defeitos nos remates	Concepção ineficaz das zonas de remate	
	Aplicação de argamassa em quantidades excessivas nas cumeeiras e nos rincões	
	Aplicação de materiais inadequados	
	Recobrimento insuficiente dos rufos metálicos em larós	
	Circulação incorrecta da água nas zonas de remates	
Sobreposição insuficiente ou excessiva	Espaçamento incorrecto do ripado de assentamento	
	Execução deficiente dos elementos de revestimento	
	Circulação de pessoas e cargas sobre a cobertura	
	Acção do vento	
	Inclinação da cobertura superior à recomendada	
	Manutenção ineficaz	
	Substituição de elementos por outros com dimensões diferentes	
Defeitos no isolamento térmico	Incorrecta colocação do isolamento térmico	
	Utilização de materiais incompatíveis entre si	
	Perda de espessura das placas de isolamento durante a aplicação	
	Acção da humidade de infiltração	
	Manutenção inadequada	
	Acção da temperatura	
Defeitos no sistema de ventilação	Concepção ineficaz do sistema de ventilação	
	Distribuição incorrecta dos elementos de ventilação	
	Execução ineficaz dos ripados de argamassa	
	Manutenção insuficiente dos revestimentos e dos elementos de ventilação	
	Quantidades excessivas de argamassa nos remates de cumeeira	
Inclinação insuficiente ou excessiva	Concepção incorrecta da pendente da cobertura	
	Execução incorrecta da estrutura de suporte	
Defeitos nas fixações	Mão-de-obra não qualificada	
	Quantidade insuficiente ou excessiva de peças de fixação	
	Aperto insuficiente ou excessivo das peças de fixação	

O estudo estatístico, realizado em 1982 pelo ““*Institut Technique du Bâtiment et des Travaux Publics*” conclui que 31% das anomalias correspondiam a coberturas inclinadas e 69% às coberturas em terraço. Mais tarde, trabalhos desenvolvidos pela AQC e publicados no “*Sycodés* 2007” permitiram o registo de 200 000 anomalias, concluindo que 37% das mesmas ocorreram em coberturas planas e que as restantes 63% correspondiam a coberturas inclinadas. ROCHA (2008) conclui, na sua investigação, que as coberturas inclinadas estão mais sujeitas a anomalias do que coberturas planas (Figura 3.26). Os resultados anteriores devem-se, de acordo com diversos investigadores, à melhoria das características dos materiais de impermeabilização de coberturas em terraço, à evolução ao nível da normalização e certificação desses

materiais e ao facto de a construção de coberturas inclinadas ser maioritariamente de pequenos construtores, ao contrário das coberturas planas.

No entanto, para muitos outros investigadores, as coberturas planas continuam a apresentar mais problemas do que as inclinadas, consequência não só de uma deficiente pormenorização do projecto, mas também de uma ineficaz execução da própria cobertura.

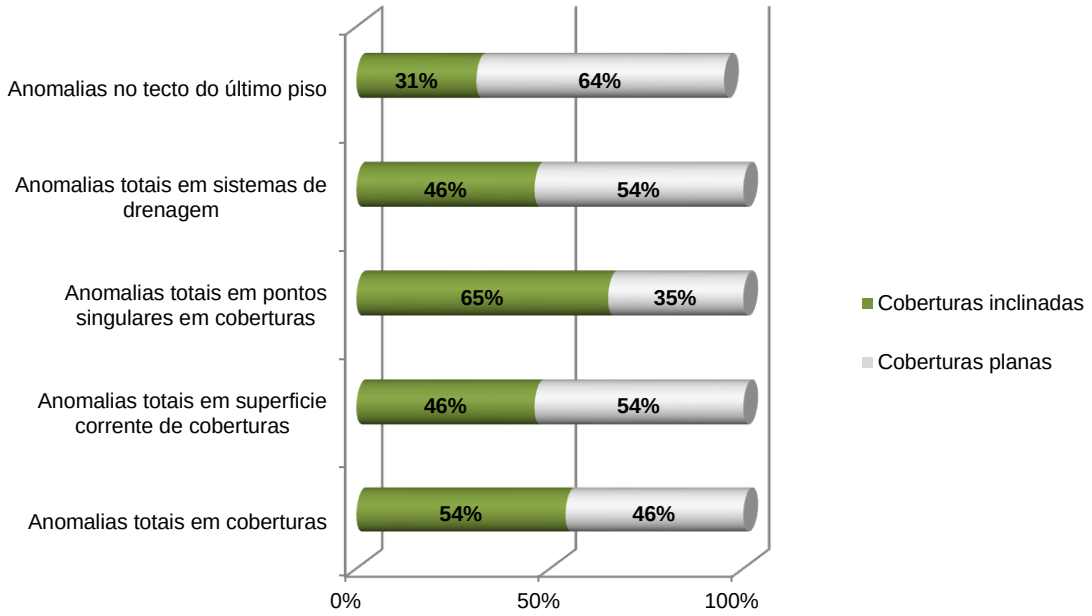


Figura 3.26 Comparação entre os dois tipos de coberturas, tendo em consideração o número de anomalias, adaptado de ROCHA (2008)

3.4. Manutenção de coberturas

A generalidade das anomalias descritas pode ser minimizada e eliminada caso os elementos sejam executados e projectados com os cuidados necessários e caso sejam efectuadas intervenções e operações de manutenção periódicas e eficazes.

No capítulo 2, descreveram-se, de um modo genérico, os diversos conceitos de vida útil e as diversas acções de manutenção existentes para qualquer tipo de elemento construtivo da envolvente de um edifício. Deste modo, neste subcapítulo, são referenciadas não só a vida útil dos diversos materiais aplicados, bem como as acções de manutenção e respectivas periodicidades a realizar em coberturas, de acordo com diversos autores.

3.4.1. A vida útil dos elementos da cobertura

Com toda a diversidade de materiais presentes numa cobertura com diferentes comportamentos de desempenho ao longo do ciclo de vida dos edifícios, é necessário estudar a vida dos elementos construtivos.

Tal como referido no Capítulo 2, existe internacionalmente uma série de documentos onde se pode consultar as vidas úteis previstas de elementos, sub-elementos e respectivos materiais. Para o caso especifico do sistema de cobertura, destacam-se os documentos SCHNEIDER & KEENAN (1997), HAPM (1999), BFCLM (1999), HED (1999), RICS (2001), ASTM (2004), NRCA (2007) e NAHB (2007). Deste modo, nas Tabelas 3.15 e 3.16, são referidas as vidas úteis dos diversos materiais aplicados em coberturas, de acordo com os documentos referidos.

É necessário referir que a discrepância de valores se deve ao facto de alguns documentos não terem em consideração os factores de condicionamento (por exemplo agressividade do meio) e a possibilidade de se efectuarem acções de manutenção ao longo da vida útil.

Tabela 3.15 Valores máximos e mínimos das vidas úteis dos diversos elementos do sistema de cobertura, de acordo com SCHNEIDER & KEENAN (1997), HED (1999), HAPM (1999), BFCLM (1999), RICS (2001), ASTM (2004), NRCA (2007) e NAHB (2007)

Elemento	Sub-elementos	Material	Vida útil (anos)				
			ASTM (2004)	HAPM e BFCLM (1999)	RICS (2001)	SCHNEIDER & KEENAN (1997) HED (1999)	NRCA e NAHB (2007)
Coberturas inclinadas	Estrutura de suporte	Madeira		35	84		30-40
		Betão armado		30-35			30-35
		Metálica		30-35	30		
	Revestimento	Ardósia natural	12 -25	30-35	74		50-80
		Telha cerâmica		35	64		50
		Telha micro-betão		30-35		60	50
		Fibrocimento		20-25			25
		Metálico		20-35	37-48	25	20-50
		Plástico		10-25	30	15	20
	Sistema de isolamento térmico	Mineral		35			35
		Vegetal					
		Sintético					
	Sistema de drenagem	Metálico		20-35			20-40
		PVC		10			30
		Fibrocimento		20-25			
		Fibra de vidro		20-30			50
	Sistema de remates	Metálicos		15-30			20
		Membranas betuminosas					
	Elementos de fixação	Metálicos		20			20

Observando a Tabela 3.15, verifica-se que as normas ASTM (2004) são pouco vastas relativamente à vida útil dos diversos elementos da cobertura, indicando apenas um intervalo de valores para os revestimentos em coberturas inclinadas, sem distinguir qual o tipo de material aplicado.

Por outro lado, verifica-se uma certa discrepância entre os valores apresentados pelo documento RICS (2001), relativamente aos restantes. Tal deve-se ao facto do documento em causa apresentar estimativas máximas, médias e mínimas de vidas úteis para todos os elementos dos edifícios, bem como as respectivas médias modas e medianas, resultando valores consideravelmente diferentes. A existência de diversas

fontes bibliográficas provenientes de diferentes países e, por consequência, distintas tecnologias de construção e meio ambiente, poderá originar consequentemente valores diferentes de vida útil.

Tabela 3.16 Valores máximos e mínimos das vidas úteis dos diversos elementos do sistema de cobertura, de acordo com SCHNEIDER & KEENAN (1997), HED (1999), HAPM (1999), BFCLM (1999), RICS (2001), ASTM (2004), NRCA (2007) e NAHB (2007)

Elemento	Sub-elementos	Material	Vida útil			
			HAPM e BFCLM (1999)	RICS (2001)	SCHNEIDER & KEENAN (1997) HED (1999)	NRCA e NAHB (2007)
Coberturas planas	Estrutura de suporte	Madeira	35	40		40
		Betão armado	30-35			30-35
		Metálica	30-35	30		40
	Camada de impermeabilização	Asfalto	35	36		25-35
		Betume	35	19	17	20
		Plásticos	30-35	27	10	25-35
	Camada de protecção	Mineral	20-25	20-30		25
		Sintético	20-35	25	19	20-50
		Metálico	10-25	35-39		20
		Betão				
		Cerâmico				
		Madeira		37		
	Sistema de isolamento térmico	Mineral	35	36		35
		Vegetal				
		Sintético				
	Sistema de drenagem	Metálico	20-35			20-40
		PVC	10			30
		Fibrocimento	20-25			
		Fibra de vidro	20-30			50
	Sistema de remates	Metálicos	15-35			20
		Membranas betuminosas				
	Elementos de fixação	Metálicos	20			20

Em suma, tendo em consideração os principais elementos de um sistema de cobertura, verifica-se uma ordem de grandeza de vidas úteis particularmente elevada, justificando-se que, em diversos casos, os materiais aplicados neste tipo de elementos apresentem uma durabilidade semelhante à própria vida útil do edifício. No entanto, para que tal seja possível é necessário intervir periodicamente nos elementos constituintes do sistema, apesar de tais intervenções não serem referenciadas nos documentos em análise.

3.4.2. Acções e periodicidades de manutenção dos elementos da cobertura

As acções de manutenção de qualquer elemento construtivo pretendem corrigir pequenas deficiências decorrentes do uso, das acções exteriores e do envelhecimento natural dos materiais e elementos construtivos. A realização de acções de manutenção eficazes e com periodicidades adequadas, permite minimizar a degradação prematura dos elementos construtivos durante a sua vida útil (FLORES-COLEN & BRITO, 2010).

Relativamente ao sistema de cobertura, KYLE & KALINGER (1997) constaram que a vida útil dos elementos construtivos poderia aumentar com um eficaz planeamento das acções de manutenção (Figura 3.27). Nas

ordenadas, representa-se o nível de desempenho do elemento construtivo de uma cobertura e, nas abcissas, o valor da sua vida útil.

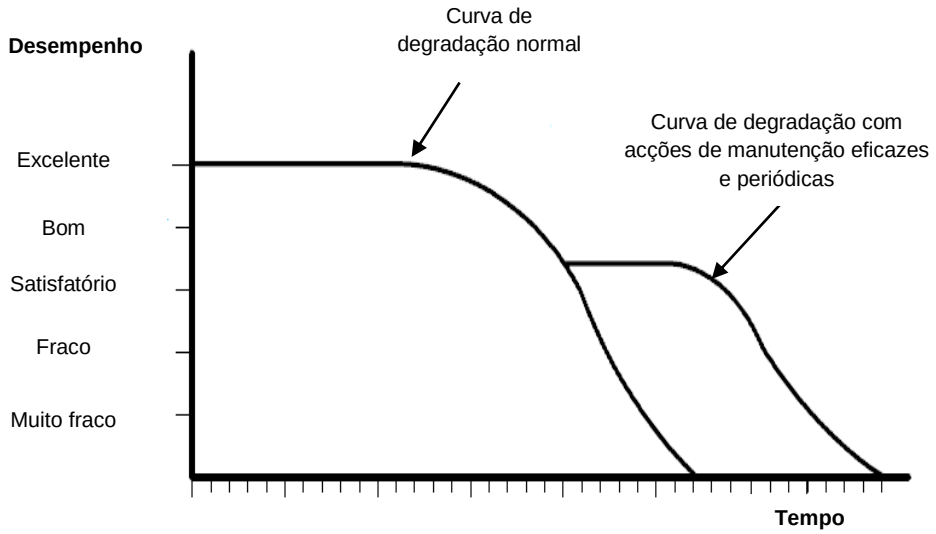


Figura 3.27 Modelos de degradação para diferentes tipos de intervenção, adaptado de KYLE & KALINGER (1997) e HODGES (1999)

Como se pode verificar da observação da Figura 3.27, a realização de acções de manutenção (limpeza, reparações e inspecções) eficazes e periódicas, influencia o desempenho do elemento, aumentando a sua vida útil, apesar de não aumentar significativamente o próprio desempenho.

De acordo com CARVALHO (2010), o planeamento das intervenções de manutenção deve diferenciar as diversas operações necessárias como a inspecção, limpeza, tratamentos de protecção, reparações, substituições ou reposições localizadas, reparações em áreas extensas ou substituição integral, no final da vida útil. No entanto, é necessário ter sempre em consideração, a possibilidade de acções correctivas e de emergência, não só devido à impossibilidade de se detectar deficiências não aparentes, como também devido à falta de reparação ou da própria negligência de execução.

De modo a atingir os pressupostos anteriores, é necessário planear não só as inspecções, como as intervenções de limpeza, ligeiras e profundas.

i) Inspecções

Tal como referido, as inspecções têm o objectivo de identificar as causas determinantes de cada anomalia e os sinais de pré-patologia, permitindo, durante a fase de utilização, aumentar a capacidade de detectar a necessidade de intervenção e assim reduzir o número de anomalias imprevistas.

As inspecções podem ser de dois tipos: detalhadas ou correntes. Tendo em consideração as inspecções detalhadas, estas são efectuadas quando é necessário implementar um PIME a edifício existente. Neste caso, deve ser verificado o nível de degradação dos elementos a analisar, bem como definir as operações de manutenção a realizar consoante as anomalias encontradas. Tendo em consideração as inspecções correntes, estas encontram-se implementadas no PIME, consistindo em verificações visuais, planeadas e recomendadas para cada elemento.

ii) Limpeza

A limpeza de uma cobertura é a técnica de manutenção mais importante e mais aplicada, pois é o primeiro acto de impedir uma contínua degradação da cobertura e o desenvolvimento de diversas anomalias passíveis de uma gravidade acrescida, caso não se efectue adequadas intervenções.

A intervenção de limpeza é um processo que deverá apresentar um eficaz planeamento, com o intuito de não degradar nenhum elemento construtivo do edifício. Deste modo, RODRIGUES et al. (1997) propõem um plano de intervenção subdividido em três etapas principais:

- fase preparatória - com o objectivo de elaborar todos os estudos necessários de modo a existir um conhecimento do elemento a ser limpo (características e natureza da sujidade);
- fase de negociação - com o intuito de compreender quais os objectivos da limpeza e quais as regras a serem seguidas durante a execução da intervenção;
- fase operacional - consiste nas operações de limpeza e controlo do trabalho realizado.

De acordo com LOPES (2009), a limpeza de uma cobertura recorre a métodos físicos e químicos com diferentes intensidades, tendo em consideração a zona ou substância a eliminar. Com base em CAMPANELLA (2003), o mesmo autor refere que é vantajoso aplicar uma limpeza menos agressiva e só caso seja mesmo necessário passar para uma outra mais agressiva, devido ao desgaste que provoca nos revestimentos.

De acordo com LOPES (2009), os sistemas de limpeza de coberturas podem ser divididos em três níveis. O primeiro nível consiste na remoção de detritos que não apresentam coesão e ligação com o revestimento. Neste caso as técnicas de limpeza são bastante simples e pouco agressivas (frequentemente utilizadas em coberturas planas). O segundo nível corresponde à eliminação de substâncias que se apresentam fixas ao revestimento (manchas), de forma mecânica. O terceiro nível de limpeza corresponde ao mais agressivo e permite eliminar os vestígios da interacção química entre os agentes agressivos e a superfície.

Tendo em consideração as coberturas planas, nestes sistemas os métodos de limpeza são bastante mais simples. Segundo WALTER (2002), os trabalhos em questão baseiam-se em retirar vegetação e detritos que provocam obstrução das caleiras e tubos de queda e em limpar o suporte de pequenas sujidades. Em diversos casos aplicam-se aditivos anti-raizes nas membranas do revestimento de impermeabilização.

Por outro lado, as coberturas inclinadas apresentam métodos de limpeza mais diversificados e, de certa forma, mais agressivos. De acordo com RICHARDSON (1980) e RODRIGUEZ (2005), a limpeza dos revestimentos mais usuais em edifícios correntes (soletos de ardósia, telha cerâmica, fibrocimento e de micro-betão) e tendo em consideração a colonização biológica / vegetação parasitária, pode ser efectuada manualmente ou através de processos mecânicos e químicos. Deste modo, pode-se realizar uma escovagem manual do revestimento, em zonas com vegetação parasitária, sendo este um processo pouco agressivo.

A limpeza com jacto de água é a técnica mais utilizada na limpeza de coberturas inclinadas, já que apresenta um rendimento consideravelmente elevado e não necessita de mão-de-obra muito especializada. A aplicação de jacto de ar comprimido também é bastante comum, como técnica de limpeza, apresentando como principal função a remoção de detritos que não possuem fixação relevante ao suporte. Por fim, os mesmos autores consideram a utilização de jacto de água com abrasivo uma técnica não muito vantajosa, pois apresenta uma agressividade bastante elevada não só para todo o sistema da cobertura, como também para a envolvente do edifício.

iii) Intervenções ligeiras

De acordo com PERRET (1995), as intervenções ligeiras consistem na aplicação de técnicas de reparação ajustadas a cada EFM, com o intuito de corrigir pequenas anomalias, manifestadas em zonas localizadas e, assim impedir a sua propagação (reparação de pequenas anomalias nos remates ou elementos de fixação de uma cobertura).

iv) Intervenções profundas

De acordo com PERRET (1995) e PIRLA et al. (1999), este tipo de intervenção abrange uma maior zona relativamente à anterior, ocorrendo mais no fim da vida útil do elemento e com uma periodicidade bastante superior. A gravidade da anomalia, neste tipo de intervenções é considerável, sendo frequentemente aplicada (intervenção profunda) em materiais com vidas úteis elevadas e mais onerosos.

Nas Tabelas 3.17 a 3.19, compilaram-se as recomendações de acções de manutenção periódicas para os elementos construtivos de um sistema de cobertura (plana e inclinada). Optou-se por não repartir por tipo de acções de manutenção (inspecções, limpeza, intervenções ligeiras e profundas), pois verificou-se durante a pesquisa bibliográfica que se encontram bastante correlacionadas e, na maioria das situações, ocorrem em simultâneo.

Tabela 3.17 Periodicidade das diversas acções de manutenção para os principais elementos de uma cobertura plana, de acordo com diversas referências bibliográficas

Tipo de inspecções e acções de manutenção	Periodicidade recomendada	Referências bibliográficas
Inspecção de controlo com o intuito de verificar a existência de anomalias	Semestral	PERRET (1995)
Intervenções ligeiras na zona corrente da cobertura e no sistema de drenagem	Sempre que necessário	
Intervenções preventivas (limpeza da zona corrente e do sistema de drenagem)	Anual	
Intervenção profunda nas fixações e todo o sistema de drenagem	7 anos	
Inspecção da estrutura de suporte	Bienal	PIRLA et al. (1999)
Inspecção e intervenções profundas das juntas de dilatação	Decenal	
Inspecção e limpeza do sistema de drenagem	Semestral	
Inspecção de controlo	Semestral	ALBANO (2005)
Inspecção, limpeza da zona corrente da cobertura	Anual	
Substituição da camada de impermeabilização e protecção	20 anos	
Inspecção de controlo e acções preventivas do sistema de drenagem	Semestral	
Substituição do sistema de drenagem independentemente do material utilizado	15 anos	
Inspecção dos remates com muretes e platibandas	Anual	

Tabela 3.18 Periodicidade das diversas acções de manutenção para os principais elementos de uma cobertura plana, de acordo com diversas referências bibliográficas (continuação)

Tipo de inspecções e acções de manutenção	Periodicidade recomendada	Referências bibliográficas
Inspecção, acções de manutenção ligeiras e limpeza do sistema de drenagem de águas	Semestral	RODRIGUEZ (2005) e FERREIRA (2009)
Inspecção, acções de manutenção ligeiras e limpeza da zona corrente da cobertura (camada de impermeabilização e camada de protecção)	Anual	
Inspecção acções de manutenção ligeiras dos remates	Anual	
Inspecção e acções de manutenção ligeiras nas juntas de dilatação	Anual	
Inspecção pormenorizada de todos os elementos da cobertura	Trianual	
Substituição do sistema de drenagem e impermeabilização	12 anos	
Substituição global da cobertura	20 anos	
Inspecção de controlo para verificar o estado de conservação de toda a cobertura	Decenal	ABATE et al. (2009)
Acções de manutenção ligeiras em todos os elementos da cobertura	Anual	
Acções de manutenção profundas no sistema de impermeabilização	30 anos	
Substituição do sistema de impermeabilização	35 anos	
Inspecção, acções de manutenção ligeira e limpeza do sistema de drenagem	Anual	
Substituição do sistema de drenagem	40 anos	
Acções de limpeza de toda a cobertura	Anual	LEITE (2009)
Acções de manutenção pró-activas	Bienal	
Acções de manutenção correctivas	8 anos	
Substituição da camada de impermeabilização e protecção independentemente do material utilizado	20 anos	
Inspecção do estado de conservação da camada de protecção	Anual	BARROS (2008)
Acções de manutenção ligeiras e limpeza da zona corrente da cobertura		
Inspecção, acções de manutenção ligeiras e limpeza do sistema de drenagem		
Inspecção das juntas de dilatação	Decenal	
Inspecção da fixação do sistema de impermeabilização nos pontos singulares nos casos em que não é aplicado como material de protecção (dependendo da agressividade do meio)	5, 10 ou 15 anos	
Inspecção do estado de conservação da camada de isolamento térmico		
Acções de manutenção profundas (limpeza de possíveis acumulações de fungos e algas; aplicação de produtos fungicidas e anti-algas) da zona corrente da cobertura, dependendo da agressividade do meio		
Acções de manutenção pró-activas (reparação de elementos danificados no sistema de drenagem, camada de protecção, impermeabilização e elementos de fixação)	Sempre que necessário	
Substituição do sistema de protecção (dependendo da agressividade do meio)	20, 25 ou 30 anos	
Substituição do sistema de impermeabilização (dependo da agressividade do meio), nos casos em que não é aplicado como material de protecção		
Substituição da camada de isolamento térmico (dependendo da agressividade do meio), nos casos em que o sistema de impermeabilização não é aplicado como material de protecção	40, 50 ou 60 anos	
Inspecção do estado de conservação das uniões com o sistema de drenagem, fixadores, sobreposições e pontos singulares	Anual	
Inspecção da fixação do sistema de impermeabilização nos pontos singulares, nos casos em que é aplicado como material de protecção	Anual	BARROS (2008)
Substituição da camada de impermeabilização (dependendo da agressividade do meio), nos casos em que é aplicado como material de protecção	10, 15 ou 20 anos	
Substituição do isolamento térmico (dependendo da agressividade do meio), nos casos em que o sistema de impermeabilização é aplicado como material de protecção	25, 30 ou 35 anos	

Tabela 3.19 Periodicidade das diversas acções de manutenção para os principais elementos de uma cobertura plana, de acordo com diversas referências bibliográficas (continuação)

Inspecções e acções de manutenção	Periodicidade recomendada	Referências bibliográficas
Acções de manutenção preventivas no sistema de protecção em asfalto	Trienal	HAPM (1999) e BFCLM (1999)
Inspecção e acções de manutenção da estrutura de suporte com chapas metálicas	Anual	
Acções de manutenção dos remates e sistema de drenagem (reparações de elementos danificados)	15 anos	
Inspecção e acções de manutenção, com o intuito de reparar danos localizados dos elementos de protecção solar	Anual	
Acções de manutenção ligeiras do sistema de drenagem (limpeza de detritos que poderão contribuir para um ineficaz escoamento da água)	Semestral	

Analisando as Tabelas 3.17 a 3.19, é possível concluir que, em todas as fontes referidas, as inspecções e acções de manutenção mais frequentes ocorrem em elementos com grande exposição aos agentes agressivos ou em elementos com menores vidas úteis. Tal como referido, verifica-se que as acções de manutenção profundas são realizadas com uma periodicidade consideravelmente superior. Relativamente à periodicidade das inspecções, acções de manutenção ligeiras e limpezas, verifica-se um consenso por parte da maioria dos autores, facilitando assim a proposta do PIME no Capítulo 4. Nas Tabelas 3.20 a 3.22 apresentam-se as periodicidades de intervenção relativas a coberturas inclinadas.

Tabela 3.20 Periodicidade das diversas acções de manutenção para os principais elementos de uma cobertura inclinada, de acordo com diversas referências bibliográficas

Tipo de inspecções e acções de manutenção	Periodicidade recomendada		Referências bibliográficas
Inspecção geral de controlo	Anual		PERRET (1995)
Acções de manutenção ligeiras	Ardósia natural	Quinquenal	
	Telha cerâmica	7 anos	
	Fibrocimento	Trienal	
	Betuminoso	Bienal	
	Metálico	3 ou 5 anos	
	PVC e poliéster	1 ou 5 anos	
Acções de intervenção profunda do sistema de ventilação	15 anos		
Inspecção e possível reforço das fixações degradadas Inspecção pormenorizada de todo o revestimento, bem como acções de manutenção profundas (reparação / substituição de revestimentos)	Ardósia natural	20 anos	
	Telha cerâmica	15 anos	
	Fibrocimento	Decenal	
	Betuminoso	7 anos	
	Metálico	5, 10 ou 15 anos	
	PVC e polyester	Quinquenal	
Protecção contra a corrosão de revestimentos metálicos	15 anos		
Inspecção da estrutura de suporte em madeira, com o intuito de verificar a sua estabilidade e estado de conservação; efectuar acções de manutenção ligeiras;	Decenal		
Acções de manutenção profundas na estrutura de suporte em madeira	25 anos		
Inspecção da estrutura de suporte, com o intuito de verificar a existência de deformações, humidade, desprendimentos e ataque de organismos	Bienal		PIRLA et al. (1999)
Inspecção e reforço das clarabóias e pontos singulares	Quinquenal		

Tabela 3.21 Periodicidade das diversas acções de manutenção para os principais elementos de uma cobertura inclinada, de acordo com diversas referências bibliográficas (continuação)

Tipo de inspecções e acções de manutenção	Periodicidade recomendada		Referências bibliográficas
Inspecção e limpeza do sistema de drenagem	Semestral		ABATE et al. (2009)
Inspecção de controlo da zona corrente da cobertura	Anual		
Acções de manutenção ligeiras (reparações pontuais)	Quinquenal		
Tratamentos da superfície, incluindo limpeza do revestimento	Ardósia natural	Anual	
	Telha cerâmica	Anual	
	Telha de micro-betão	6 anos	
	Metálico	Anual	
	Betuminoso	Anual	
	Plástico	Quinquenal	
Acções de manutenção profundas (reparação de zonas do revestimentos que se encontram num estado de degradação considerável)	Ardósia natural	20 anos	
	Telha cerâmica	20 anos	
	Telha de micro-betão	25 anos	
	Metálico	Quinquenal	
	Betuminoso	Decenal	
Substituição total do revestimento	Ardósia natural	70 anos	
	Telha cerâmica	70 anos	
	Telha de micro-betão	50 anos	
	Metálico	40 anos	
	Betuminoso	20 anos	
	Plástico	20 anos	
Inspecção de controlo dos elementos da cobertura	Bienal		APPICER (1998), RODRIGUEZ (2005) e FERREIRA (2009)
Acções de manutenção ligeiras do revestimento e remates da cobertura (eliminação de verdete, vegetação parasitária e outros detritos susceptíveis de degradação da cobertura)	Anual		
Inspecção e possível desobstrução dos pontos de ventilação	Semestral		
Inspecção, acções de manutenção ligeiras e limpeza superficial do sistema de drenagem de água			
Substituição do revestimento em telha cerâmica ou metálico	40 anos		
Substituição do sistema de impermeabilização	20 anos		
Acções de inspecção, limpeza, pró-acção e correctivas em coberturas com revestimento em telha cerâmica ou fibrocimento	Bienal		LEITE (2009)
Substituição do revestimento em telha cerâmica	30 anos		
Substituição do revestimento em fibrocimento	20 anos		
Inspecção do estado de conservação do sistema de drenagem	Anual		BARROS (2008)
Inspecção do estado de conservação do revestimento	Anual		
Inspecção das juntas de dilatação	Bienal		
Acções de limpeza da zona corrente da cobertura, pontos singulares e do sistema de drenagem	Anual		

Tabela 3.22 Periodicidade das diversas acções de manutenção para os principais elementos de uma cobertura inclinada, de acordo com diversas referências bibliográficas (continuação)

Tipo de inspecções de acções de manutenção	Periodicidades recomendadas		Referências bibliográficas
Acções de limpeza mais pormenorizadas dos revestimentos em telha cerâmica ou fibrocimento (naturocimento), com o intuito de eliminar a acumulação de fungos e algas. Aplicação de fungicidas ou antialgas, se necessário (depende da agressividade do meio)	5, 10 ou 15 anos		BARROS (2008)
Reparação dos elementos de drenagem	Sempre que necessário		
Acções de manutenção de coberturas em telha cerâmica e a camada de impermeabilização, dependendo da agressividade do meio	10, 15 ou 20 anos		
Reparação das juntas de dilatação que apresentem um estado de degradação considerável	Sempre que necessário		
Acções de manutenção correctivas (reparação / subsituação de elementos do revestimento e de fixaçãodanificados)	Sempre que necessário		
Inspecção e acções de manutenção pró-activa de elementos de fixação	Anual		
Limpeza pormenorizada do revestimento em chapa metálica, dependendo da agressividade do meio	2, 3 ou 4 anos		
Aplicação de protecção contra a corrosão nos revestimento em chapa metálica, dependendo da agressividade do meio	10, 15 ou 20 anos		
Inspecção, com o intuito de verificar o estado de conservação da estrutura de suporte	Anual		
Acções de reparação / substituição da estrutura de suporte, dependendo da agressividade do meio	Betão armado	30, 40 ou 50 anos	
	Asna de madeira	25, 30 ou 40 anos	
	Metálica	45, 50 ou 55 anos	
	Asna metálica e ripado de madeira	25, 30 ou 40 anos	
Substituição do revestimento, dependendo da agressividade do meio	Telha cerâmica	20, 25 ou 35 anos	
	Metálico	25, 30 ou 40 anos	
	Fibrocimento	15, 20 ou 25 anos	
Reparação / substituição de elementos de revestimento degradados ou danificados	Sempre que necessário		HAPM (1999) e BFCLM (1999)
Inspecção de controlo em coberturas com revestimento metálico	Anual		
Acções de manutenção preventiva de revestimentos metálicos (limpeza superficial do revestimento com detergentes não alcalinos), dependendo da agressividade do meio	3 ou 6 meses		
Reparação / substituição dos remates e sistema de drenagem da cobertura	15 anos		
Inspecção e acções de manutenção (limpeza) do sistema de drenagem	Semestral		
Inspecção e acções de manutenção do sistema de ventilação	Sempre que necessário		

Observando as Tabelas 3.20 a 3.22, verifica-se também a existência de um consenso relativamente à periodicidade das acções de manutenção ligeiras e limpezas. Relativamente à substituição dos revestimentos, BARROS (2008) baseou a sua análise tendo em consideração a agressividade do meio em

que a cobertura está inserida, pelo que quanto maior for a periodicidade de substituição menor será agressividade.

3.6. Considerações finais

A cobertura de um edifício é, sem dúvida, o elemento da envolvente que mais influencia o desempenho de uma edificação. Deste modo, neste capítulo apresentaram-se as exigências funcionais que devem ser satisfeitas por um sistema de cobertura, subdivididas em quatro grupos fundamentais: segurança, habitabilidade, durabilidade e economia.

Ao longo deste capítulo, verificou-se a existência de uma diversidade de tipologias construtivas e possíveis materiais a utilizar em coberturas, pelo que se optou por descrever, de forma sucinta, toda a tecnologia construtiva quer de coberturas planas, quer de coberturas inclinadas mais utilizadas em Portugal. A escolha adequada da tipologia a aplicar é bastante relativa, pois todas elas apresentam vantagens e desvantagens, no entanto, e com base em diversas referências bibliográficas, foi possível expor as suas principais funcionalidades.

A degradação dos elementos de uma cobertura é uma problemática ainda em desenvolvimento em termos de investigação. No entanto, verificou-se que as anomalias que ocorrem em coberturas representam uma percentagem bastante elevada, relativamente ao número total de anomalias de um edifício. Deste modo, descreveram-se não só os principais factores de degradação, como as anomalias mais correntes em coberturas planas e inclinadas. Com base na bibliografia disponível, foi possível afirmar que, actualmente, as coberturas inclinadas apresentam um espectro de anomalias superior. Tal pode ser justificado pelos avanços construtivos existentes em coberturas planas. Este facto ainda não é consensual, pois para muitos especialistas as coberturas planas continuam a apresentar um maior número de anomalias.

Os processos de degradação de uma cobertura conduzem a um conjunto de prejuízos para o proprietário que podem ser reduzidos com um eficaz plano de manutenção e inspecção, permitindo acompanhar periodicamente a cobertura, e detectar e reparar, através de diversas acções de manutenção, todas as possíveis anomalias. Deste modo, neste capítulo descreveram-se as periodicidades e principais acções de manutenção a efectuar nos elementos principais das coberturas, de acordo com diversas referências bibliográficas.

No capítulo 4, será apresentada uma proposta de metodologia de planeamento de inspecção e manutenção adaptada às coberturas de edifícios correntes, com o intuito de servir de base ao trabalho de campo a realizar.

4. Proposta do plano de inspecção e manutenção

4.1. Considerações gerais

No presente capítulo, pretende-se apresentar, com base nas diversas referências bibliográficas descritas no Capítulo 3, uma metodologia de elaboração de planos de inspecção e manutenção de coberturas. Deste modo, é necessário descrever as diversas etapas de implementação deste processo, distinguindo-se edifícios existentes ou edifícios em projecto. Apesar de os edifícios em projecto necessitarem apenas de um plano de manutenção pró-activa, os edifícios existentes devem ser sujeitos a inspecções, com o intuito de detectar possíveis anomalias e as respectivas causas, bem como planear propostas de intervenção e assim melhorar o estado de conservação do edifício.

De modo a implementar uma eficaz metodologia e consequente plano de inspecção e manutenção, é necessário definir diversos documentos técnicos, tais como a ficha de identificação do edifício, a ficha de inspecção de cada elemento fonte de manutenção (EFM) e a calendarização das respectivas actividades de manutenção pró-activas.

A definição de prioridades de intervenção, dependendo do tipo de anomalias e respectivas causas, é um processo que também deve ser integrado na metodologia a desenvolver, pois permite diminuir os encargos de todo o sistema de manutenção.

O planeamento das acções de manutenção pró-activas para os diversos elementos constituintes das coberturas engloba as medidas predictivas (inspecções) e preventivas (limpeza, intervenções ligeiras e intervenções profundas) e respectiva calendarização, tendo em consideração as diferentes vidas úteis e materiais passíveis de serem aplicados.

Tal como qualquer outra metodologia nesta área, pretende-se que o plano de inspecção e manutenção de coberturas desenvolvido nesta dissertação possibilite a redução dos trabalhos extraordinários, a racionalização dos custos e a redução do processo de deterioração prematura do elementos, fenómeno esse visível em grande escala no parque edificado português.

4.2. Estrutura do plano de inspecção e manutenção de coberturas

Um plano de inspecção e manutenção deve apresentar todas as informações necessárias, com o intuito de acompanhar o desempenho dos diversos elementos construtivos e assim prevenir a sua degradação prematura. Deste modo, o plano deverá ser elaborado tendo em consideração a natureza das informações disponíveis e as estratégias de inspecção e manutenção seguidas.

No plano em causa, deve-se “projectar” as acções de inspecção, limpeza, reparação e substituição necessárias, não só com o objectivo de eliminar as anomalias existentes, mas também o de prevenir o aparecimento de outras que podem vir a ocorrer posteriormente.

A metodologia a aplicar irá diferir caso sejam edifícios já existentes ou edifícios novos (em projecto), pois no primeiro caso não só deve existir um plano de manutenção pró-activa e correctiva (semelhante aos edifícios em projecto), como também se devem efectuar inspecções detalhadas, de modo a identificar os elementos fonte de manutenção e as respectivas anomalias e causas das mesmas, e posteriormente acções de manutenção correctivas com o intuito de suprimir as anomalias detectadas.

Por último, o plano de manutenção pró-activa deve englobar a previsão da vida útil remanescente para edifícios existentes, ou seja, o período de vida que ainda resta aos elementos fonte de manutenção no instante da inspecção detalhada e vida útil total dos diversos elementos constituintes de um edifício novo. As acções de manutenção pró-activas (inspecção, limpeza, intervenções ligeiras e intervenções profundas) devem também ser implementadas no plano em causa, bem como definida a respectiva periodicidade.

Deste modo, um plano de inspecção e manutenção de coberturas deve apresentar a estrutura indicada na Figura 4.1.

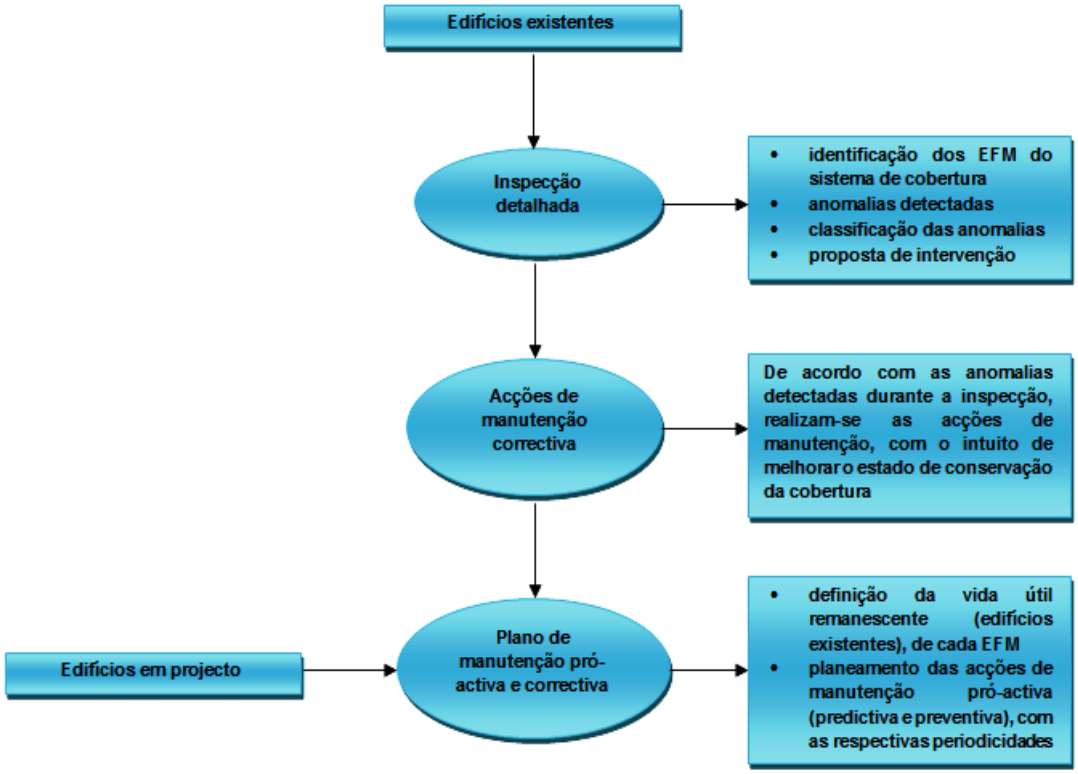


Figura 4.1 Estrutura de aplicação de um PIME a coberturas de edifícios existentes e novos

Quando se definem acções de manutenção, é necessário ter em consideração que os utentes poderão efectuar diversas acções apresentadas nesse plano, procurando assim soluções mais económicas. Caso o utente verifique que não é possível efectuar determinada acção de manutenção, deve comunicar com a entidade responsável, de modo a não prolongar o processo de degradação do elemento ou elementos em causa. Deste modo, pode-se referir que a consciencialização do utente para a importância de uma manutenção periódica é o primeiro passo para que os planos de manutenção e inspecção sejam realmente úteis e eficazes, melhorando assim o estado de conservação do parque edificado.

De seguida, são desenvolvidos todos os tópicos referidos na Figura 4.1, possibilitando assim a elaboração de um eficaz plano de inspecção e manutenção de coberturas.

4.3. Inspecção detalhada e manutenção correctiva

A inspecção numa organização de manutenção é um processo pelo qual se pode assegurar, por avaliação, que determinada parte ou serviço no edifício corresponde a um nível de qualidade ou desempenho aceitáveis. É efectuada para se poder planear os trabalhos de manutenção, os recursos e estimar os custos a incluir em orçamento. Deste modo, a inspecção detalhada pode ser considerada a primeira etapa para a implementação dos PIME. Na etapa em causa, é aconselhável o recurso a técnicos e equipamentos especializados, de modo a contribuir para um diagnóstico mais correcto e eficaz.

Durante a inspecção detalhada, o técnico deve-se fazer acompanhar por toda a documentação necessária, incluindo fichas de inspecção bem estruturadas e o mais sintéticas possível, de modo a facilitar o seu trabalho.

Posteriormente à inspecção detalhada, verificando-se o estado de conservação de todo o sistema de cobertura, é possível determinar quais as medidas correctivas a serem implementadas. Para tal, é necessário identificar o edifício em estudo e os respectivos elementos fonte de manutenção a analisar. A ficha de inspecção é crucial para este processo, sendo necessário identificar as anomalias, respectivas causas, critérios de prioridade de intervenção e acções de manutenção a realizar posteriormente.

4.3.1. Identificação do edifício e dos EFM

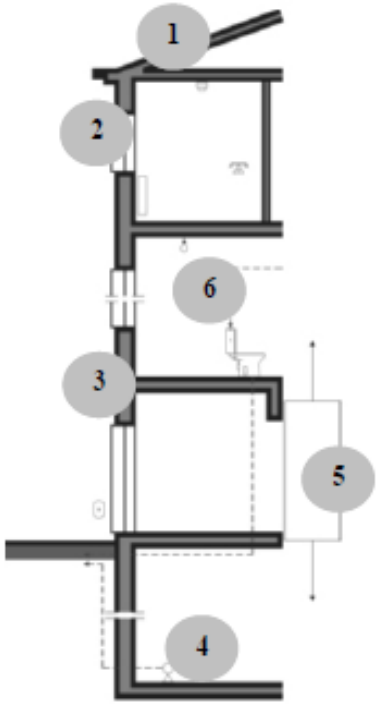
A ficha de identificação do edifício é um documento crucial para qualquer acto de inspecção. O documento em causa apresenta o nome / localização do edifício, o ano de construção, a caracterização funcional (comércio, habitação, serviço ou outra) e o número de pisos do mesmo. Os contactos efectuados para a realização da inspecção, a existência de intervenções anteriores e a identificação dos elementos fonte de manutenção, bem como dos respectivos materiais, são também informações cruciais a serem implementadas neste tipo de documentos, que é ilustrado no Anexo A.4.1.

Na área da manutenção, considera-se um edifício e os seus elementos como um conjunto de sistemas, que são os elementos fonte de manutenção (EFM). Cada elemento possui mecanismos de degradação e níveis de desempenho distintos, sendo em geral independentes.

A identificação dos EFM é essencial durante a realização da inspecção, com o intuito de, posteriormente, se registar e sistematizar as principais anomalias, respectivas causas e prioridades de intervenção. De acordo com BRAND (1994), o edifício pode ser dividido em cinco camadas que se estruturam desde a envolvente do edifício em contacto com o exterior, até ao interior do mesmo (estrutura, “pele” envolvente, serviços, espaço interior e recheio).

FLORES-COLEN & BRITO (2004) também apresentam uma abordagem ao edifício no âmbito em causa, procedendo à sua divisão em seis elementos principais, designados subsistemas: coberturas; fachadas;

elementos estruturais; instalações técnicas; zonas comuns e outros elementos (Figura 4.2). Com base nesta abordagem, os mesmos autores referem que a posterior análise detalhada do comportamento em serviço destes elementos é, sem dúvida, facilitada.



Legenda:

1 – Coberturas

2 – Fachadas

3 – Elementos estruturais

4 – Instalações técnicas

5 – Zonas comuns interiores

6 – Outros elementos

Figura 4.2 Elementos principais do edifício, adaptado de FLORES-COLEN & BRITO (2004)

De acordo com RODRIGUES (1989), o edifício pode ser dividido em quatro elementos fonte de manutenção principais: elementos edificados (estrutura, panos de parede e cobertura), acabamentos, instalações e outros (juntas). Posteriormente, estes elementos podem ser estruturados por níveis codificados, subdividindo-se em subsistemas.

No âmbito da dissertação, os elementos fonte de manutenção a analisar são relativos ao sistema de coberturas de edifícios. Tendo em consideração a documentação analisada e referida no Capítulo 3 (PERRET, 1995; HAPM, 1999; BFCLM, 1999; RICS, 2001; BARROS, 2008; FERREIRA, 2009 e ABATE et al., 2009), é possível elaborar uma proposta de classificação dos elementos fonte de manutenção existentes num sistema de coberturas (Tabelas 4.1 e 4.2). Os quatro níveis existentes foram propostos com base no estipulado por MADUREIRA (2011) e a ASTM (2004), mas adaptado ao sistema de cobertura. Os níveis em causa são apresentados consoante a hierarquia de caracterização da cobertura e respectivos EFM (nível 1 - sistema de cobertura; nível 2 - elementos existentes num sistema de cobertura; nível 3 - classificação geral dos materiais passíveis de serem aplicados em cada elemento e nível 4 – apresentação pormenorizada de cada material).

A proposta apresentada tem em consideração os elementos mais acessíveis para inspecção. Poderiam ter sido propostos mais elementos fonte de manutenção, mas devido às possíveis dificuldades durante a inspecção, optou-se por propor apenas os referenciados nas Tabelas 4.1 e 4.2.

Tabela 4.1 Proposta de estruturação dos EFM de coberturas inclinadas de edifícios

Nível 1	Nível 2	Nível 3	Nível 4
Envolvente exterior horizontal (coberturas inclinadas)	Revestimentos	Pétreo natural	Soletos de ardósia
			Granito
			Xisto
		Pétreo artificial	Fibrocimento
			Telha cerâmica
			Telha de micro-betão
			Vidro
		Metálico	Zinco
			Aço
			Alumínio
			Ferro
			Chumbo
			Cobre
		Plástico	Chapa de policarbonato alveolar (PC)
			Chapa de policloreto de vinilo (PVC)
			Chapa de poliéster reforçado com fibra de vidro (PRFV)
			Chapa de polimetacrilato de metilo (PMMA)
		Misto	Telha asfáltica
			Painel *sandwich*
			Chapas de bio-fibras
			Chapas de aço revestidas com betume e folhas de alumínio
			Telha de soletos metálicos com grânulos minerais
	Estrutura de suporte	Contínua	Laje de betão armado
		Descontínua	Madeira
			Betão armado
			Aço
			Alvenaria
			Mista
	Sistema de ventilação	-	Micro-ventilação
			Ventilação do desvão
			Telhas de ventilação
			Beiral com ventilação
			Bandas de ventilação
			Ventiladores
	Singularidades	Sistema de remates	Remates em tubagens emergentes
			Remates em cumeeiras
			Remates no rincão
			Remates no laró
			Remates nas paredes emergentes
			Remates no beiral
			Remates nas juntas de dilatação
		Sistema de drenagem	Tubos de queda PVC
			Caleiras de alvenaria
			Caleiras metálicas
		Janelas e clarabóias	Madeira
			Alumínio
			PVC
			Vidro
			Acrílico
		Alvenarias	Pedra natural
			Betão
			Cerâmica

De referenciar que, no caso do sistema de ventilação, não foram considerados, individualmente, os níveis 3 e 4, pois resultam da entrada de ar em aberturas realizadas em outros elementos, com o intuito de assegurar a durabilidade do revestimento aplicado na cobertura em análise.

Todo o trabalho de campo foi baseado na proposta anterior, facilitando a identificação e respectiva descrição de cada elemento inspeccionado.

Tabela 4.2 Proposta de estruturação dos EFM de coberturas planas de edifícios

Nível 1	Nível 2	Nível 3	Nível 4
Envolvente exterior horizontal (coberturas planas)	Estrutura de suporte	Contínua	Laje maciça
			Laje aligeirada
			Pré-lajes
		Descontínua	Pranchas vazadas
			Perfis especiais
			Chapas metálicas nervuradas
			Pranchas de madeira
	Camada de impermeabilização	Tradicional	Camadas múltiplas de asfalto
			Camadas múltiplas de emulsões betuminosas
			Camadas múltiplas de membranas, telas ou feltros betuminosos
		Não tradicional	Camadas múltiplas de resina acrílicas
			Camadas múltiplas de resinas poliméricas
			Camadas múltiplas de emulsões de betumes modificados
			Espumas de poliuretano
			Membranas de betumes modificados
			Membranas termoplásticas
			Membranas elastoméricas
	Sistema de protecção	Protecção leve	Mineral
			Sintético
			Metálica
		Protecção pesada solta	Godo
			Calhau ou seixo
			Material britado
		Protecção pesada rígida	Betonilha
			Pavimento
			Betão simples
			Material cerâmico
			Peças de madeira
			Materiais mistos
	Singularidades	Remates	Com platibandas ou paredes emergentes
			Com coroamento de platibanda
			Em juntas de dilatação
			Com soleiras de portas
			Com tubos de queda
			Com caleiras
			Com base de apoio de equipamentos diversos
			Com tubagens emergentes
		Sistema de drenagem	Caleiras
			Tubos de queda
			Ralos
		Alvenarias	Pedra natural
			Betão
			Cerâmica

4.3.2. Ficha de inspecção

A ficha de inspecção permite localizar as anomalias existentes em cada EFM já referido, bem como as causas mais prováveis. A existência de parâmetros, de forma a classificar a prioridade de manutenção, é um aspecto consideravelmente importante, pelo que se optou por inserir a classificação em causa na ficha de inspecção.

De modo a registarem-se todos os campos de uma ficha de inspecção, deverá existir uma compilação que organize as anomalias, respectivas causas e critérios de classificação e posteriormente existir um processo de manutenção eficaz e organizado.

Com base nas referências bibliográficas referidas no Capitulo 3, optou-se por classificar as anomalias tendo em consideração os EFM a analisar durante a inspecção, facilitando o próprio processo de preencher o documento em causa. De referir que, possivelmente, nem todas as anomalias indicadas nas Tabelas 4.3, 4.4, 4.5 e 4.6 serão visualizadas durante as inspecções a realizar e nem todas terão a mesma relevância,

pois o objectivo deste trabalho é a realização de um plano de manutenção e inspecção e não um plano de reabilitação. No entanto, com o intuito de servir de base a planos futuros, optou-se por indicar todas as anomalias referidas no Capítulo 3. A proposta apresentada nas Tabelas 4.3 a 4.6 foi efectuada com base em diversos documentos bibliográficos especializados na temática em causa (LOPES, 1994; SILA & GONÇALVES, 2001; WALTER, 2002; ROCHA, 2008; ARAÚJO et al., 2009; GARCEZ, 2009 e LOPES, 2009).

Tabela 4.3 Compilação de anomalias de EFM de coberturas inclinadas de edifícios

EFM afectados em coberturas inclinadas	Anomalias existentes
A-R Anomalias em revestimentos	A-R 1 Deformações acentuadas do revestimento
	A-R 2 Desalinhamento de elementos de revestimento
	A-R 3 Desprendimento de elementos de revestimento
	A-R 4 Acumulação de detritos e sujidade superficial
	A-R 5 Corrosão
	AR- 6 Descasque / escamação / esfoliação
	A-R 7 Desenvolvimento de vegetação parasitária
	A-R 8 Diferenças de tonalidade
	A-R 9 Desagregação
	A-R 10 Fissuração / fracturação
	A-R 11 Sobreposição insuficiente ou excessiva de elementos de revestimento
A-E Anomalias na estrutura de suporte	A-E 1 Deformação excessiva
	A-E 2 Fendilhação / fracturação
	A-E 3 Sujidade superficial e acumulação de detritos
	A-E 4 Degradação biológica, por efeito de fungos, insectos xilófagos
	A-E 5 Desagregação
	A-E 6 Esmagamentos localizados
	A-E 7 Falta de resistência, contraventamento ou rigidez
	A-E 8 Empolamentos
	A-E 9 Corrosão
	A-E 10 Humidades
A-V Anomalias no sistema de ventilação	A-V 1 Sujidade superficial ou acumulação de detritos
	A-V 2 Ausência de sistema de ventilação
	A-V 3 Distribuição incorrecta dos elementos de ventilação
A-S Anomalias no sistema de remates	A-S 1 Deslocamento dos remates de impermeabilização
	A-S 2 Descolamento dos remates
	A-S 3 Fissuração / fracturação
	A-S 4 Dimensão insuficiente dos remates
	A-S 5 Empolamentos
	A-S 6 Sujidade superficial ou acumulação de detritos
	A-S 7 Acumulação de vegetação parasitária

Observando as Tabela 4.3 e 4.4, verifica-se que todos os elementos apresentados são facilmente inspeccionados, sendo uma mais valia para os casos de estudo a realizar, à excepção. A estrutura de suporte prevê-se ser o elemento mais complicado de inspeccionar, pois em diversos casos não é visível. Nessas

situações, o inspector deve interrogar os utentes do edifício, com o intuito de saber o estado de conservação deste elemento.

Tabela 4.4 Compilação de anomalias de EFM de coberturas inclinadas de edifícios (continuação)

EFM afectados em coberturas inclinadas	Anomalias existentes
A-D Anomalias no sistema de drenagem	A-D 1 Sujidade superficial e acumulação de detritos
	A-D 2 Manchas de água
	A-D 3 Acumulação de água
	A-D 4 Fraca inclinação e secção das caleiras
	A-D 5 Rotura das caleiras
	A-D 6 Corrosão
	A-D 7 Perfurações
	A-D 8 Inexistência de tubos de queda
	A-D 9 Inexistência de ralos de embocadura
A-F Anomalias nos elementos de fixação e restantes elementos metálicos	A-F 1 Corrosão
	A-F 2 Aperto insuficiente ou excessivo dos elementos de fixação
	A-F 3 Excesso ou ausência de fixações
	A-F 4 Perda de resistência
	A-F 5 Descasque
	A-F 6 Fracturação e perda de secção
A-C Anomalias em clarabóias e janelas	A-C 1 Fissuração
	A-C 2 Perfurações
	A-C 3 Pintura empolada
	A-C 4 Corrosão
	A-C 5 Defeitos na abertura
	A-C 6 Sujidade superficial e acumulação de detritos em zonas singulares
	A-C 7 Perda de estanqueidade à água - Infiltrações
	A-C 8 Ataque de fungos de podridão e insectos xilófagos
	A-C 9 Empenamento
A-A Anomalias em alvenarias da cobertura	A-A 1 Fissuração / fracturação
	A-A 2 Sujidade superficial e acumulação de detritos
	A-A 3 Acumulação de vegetação parasitária
	A-A 4 Desagregação
	A-A 5 Esmagamento
	A-A 6 Presença de infiltrações
	A-A 7 Humidificação da alvenaria

Relativamente às clarabóias, apesar de em diversos casos não serem aplicadas, devem ser alvo de manutenção e inspecção periódicas, pois são a causa de muitas anomalias existentes no interior do edifício. A inspecção e manutenção dos elementos de alvenaria são, em diversas situações, menosprezadas pela sua elevada durabilidade e resistência. No entanto, a sua degradação prematura e progressiva provoca o aparecimento de diversas anomalias em outros elementos construtivos (principalmente em fachadas), pelo que é necessário não só considerá-los como elementos fonte de manutenção de uma cobertura, mas também garantir que são sujeitos a uma inspecção e manutenção rigorosas. Nas Tabelas 4.5 e 4.6, apresenta-se a compilação de anomalias em coberturas planas de edifícios.

Tabela 4.5 Compilação de anomalias de EFM de coberturas planas de edifícios

EFM afectados em coberturas planas	Anomalias existentes
A-E Anomalias na estrutura de suporte	A-E 1 Deformação excessiva
	A-E 2 Fendilhação / fracturação
	A-E 3 Sujidade superficial e acumulação de detritos
	A-E 4 Degradação biológica, por efeito de fungos, insectos xilófagos
	A-E 5 Desagregação
	A-E 6 Esmagamentos localizados
	A-E 7 Falta de resistência, contraventamento ou rigidez
	A-E 8 Empolamentos
	A-E 9 Corrosão
	A-E 10 Humidades
A-I Anomalias na impermeabilização	A-I 1 Fissuração generalizada
	A-I 2 Fissuração localizada
	A-I 3 Perfurações
	A-I 4 Rasgamentos
	A-I 5 Enrugamentos ou dobras
	A-I 6 Empolamentos ou bolsas de ar
	A-I 7 Descolamento e juntas de sobreposição das membranas
	A-I 8 Juntas de sobreposição das membranas sem largura uniforme
	A-I 9 Deformação acentuada sob os apoios de lajetas de sombreamento
	A-I 10 Sujidade superficial e acumulação de detritos
	A-I 11 Acumulação de água e manchas de corrosão em locais pontuais
	A-I 12 Acumulação de vegetação parasitária
	A-I 13 Ausência de impermeabilização
A-L Anomalias na protecção leve da impermeabilização	A-L 1 Granulado mineral removido em áreas significativas
	A-L 2 Autoprotecção da membrana fissurada ou rasgada
	A-L 3 Granulado mineral acumulado nas zonas mais abrigadas da acção do vento
A-P Anomalias na protecção pesada da impermeabilização	A-P 1 Material rolado ou britado deslocado para zonas mais abrigadas do vento
	A-P 2 Dimensão do agregado muito variável
	A-P 3 Espessura insuficiente da camada de material rolado ou britado
	A-P 4 Lajetas de sombreamento partidas e desniveladas
	A-P 5 Inexistência de juntas de esquartelamento
	A-P 6 Descolamento de ladrilhos colados
	A-P 7 Fissuração / fractura de ladrilhos
	A-P 8 Eflorescências
	A-P 9 Fissuração da betonilha ou da camada de betão da protecção pesada
	A-P 10 Sujidade superficial e acumulação de detritos
	A-P 11 Acumulação de água e manchas de corrosão em locais pontuais
	A-P 12 Acumulação de vegetação parasitária
A-S Anomalias no sistema de remates	A-S 1 Fissuração dos remates
	A-S 2 Fissuração dos remates nas juntas de dilatação
	A-S 3 Insuficiente altura dos remates
	A-S 4 Fluência ou deslizamento dos remates
	A-S 5 Inadequado capeamento do coroamento das platibandas
	A-S 6 Descolamento dos remates
	A-S 7 Sujidade superficial, acumulação de detritos e vegetação parasitária

Tabela 4.6 Compilação de anomalias de EFM de coberturas planas de edifícios (continuação)

EFM afectados em coberturas planas	Anomalias existentes
A-D Anomalias em sistemas de drenagem	A-D 1 Sujidade superficial e acumulação de detritos
	A-D 2 Manchas de água
	A-D 3 Fissuração / fracturação
	A-D 4 Fraca inclinação e secção das caleiras
	A-D 5 Rotura das caleiras
	A-D 6 Corrosão
	A-D 7 Perfurações
	A-D 8 Inexistência de tubos de queda
	A-D 9 Inexistência de ralos de embocadura
A-F Anomalias nos elementos de fixação e restantes elementos metálicos	A-F 1 Corrosão
	A-F 2 Aperto insuficiente ou excessivo dos elementos de fixação
	A-F 3 Excesso ou ausência de fixações
	A-F 4 Perda de resistência
	A-F 5 Descasque
	A-F 6 Fracturação e perda de secção
A-A Anomalias em alvenarias da cobertura	A-A 1 Fissuração / fracturação
	A-A 2 Sujidade superficial e acumulação de detritos
	A-A 3 Acumulação de vegetação parasitária
	A-A 4 Desagregação
	A-A 5 Esmagamento
	A-A 6 Presença de infiltrações
	A-A 7 Humidificação da alvenaria

Na presente dissertação, não se pretende descrever de forma exaustiva cada uma das causas da anomalia, pelo que não será apresentada a classificação das mesmas. Para tal, já foram efectuadas dissertações, das quais se destacam GARCEZ (2009), LOPES (2009) e ROCHA (2008).

4.3.3. Critérios de atribuição de prioridades de intervenção

Tal como referido, a ignorância do estado de conservação das coberturas é incompatível com o processo de gestão da sua manutenção. Em diversas situações, o estado de degradação dos EFM constituintes das coberturas obriga a diversas intervenções correctivas originando, por consequência, um aumento considerável dos custos de utilização de todo o edifício. Deste modo, é necessário estabelecer critérios com o intuito de determinar as prioridades de intervenção e assim estabelecer uma metodologia de manutenção eficaz e com menores custos de intervenção.

A carência de documentação técnica referente a prioridades de intervenção em coberturas de edifícios obrigou a um levantamento bibliográfico não só de critérios de prioridade gerais para um edifício, como também para outros EFM específicos, principalmente fachadas (elemento com maior semelhança às coberturas, tendo em consideração as acções de manutenção). Com base nessas referências, torna-se possível elaborar uma proposta de prioridades de intervenção para os EFM em causa.

De acordo com RAPOSO (2011), BANA et al. (1994) apresentaram o desenvolvimento de um modelo de avaliação multicritério, com intuito de definir graus de urgência de intervenção nos edifícios de habitação.

Tendo em consideração o modelo em causa, existem nove critérios, segundo os quais as intervenções nos diferentes edifícios devem ser analisadas (Figura 4.3).

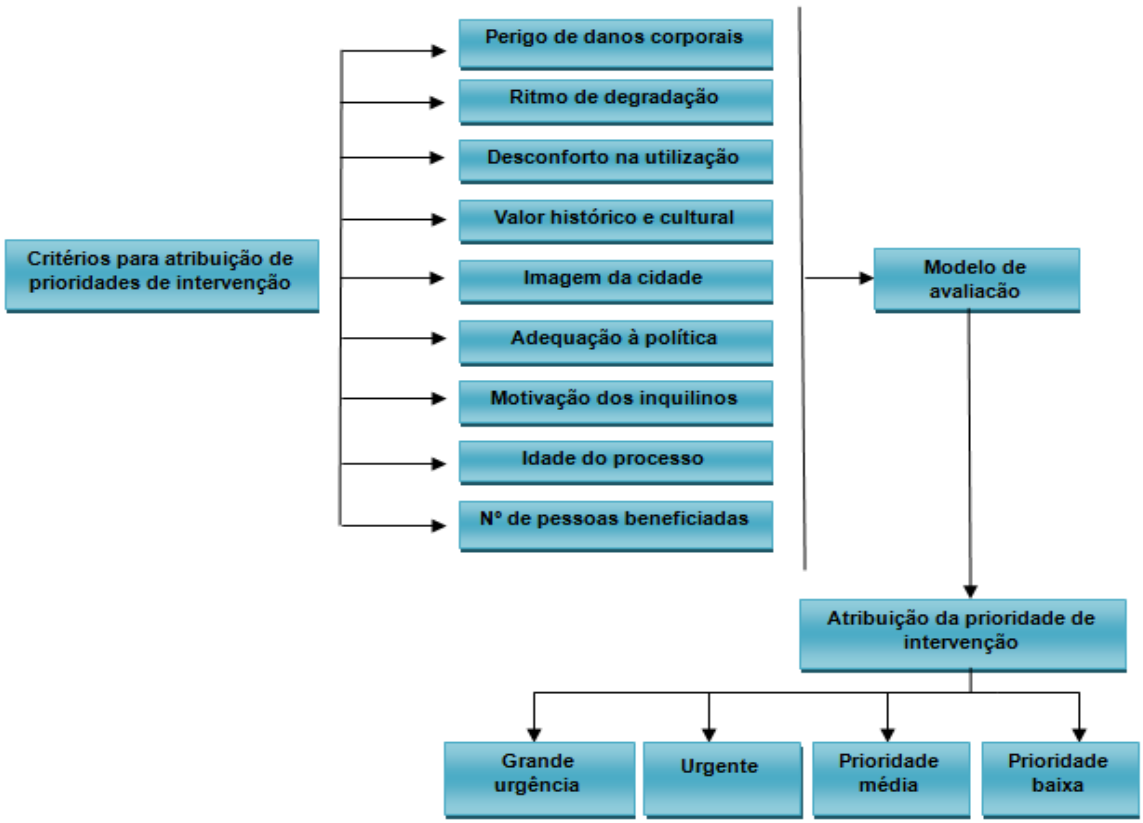


Figura 4.3 Modelo de avaliação multicritério para definição de prioridades de intervenção, adaptado de RAPOSO (2011), traduzido de BANA et al. (1994)

Para cada critério de prioridade de intervenção, são definidos níveis de impacte, aos quais são atribuídas pontuações de 0 a 100. Segundo RAPOSO (2011), em relação ao ritmo de degradação do edifício, foram definidos sete níveis de avaliação: o custo actual mantém-se (0); o custo agrava-se a longo prazo; o custo actual agrava-se a longo prazo; o custo actual aumenta a médio prazo; o custo actual piora a curto prazo; o custo actual agrava-se a médio prazo e o custo actual é influenciado negativamente a curto prazo (100). Após a análise dos critérios de prioridade e aplicação do modelo de avaliação, é possível determinar o grau de urgência da intervenção.

Analogamente SHEN & SPEDDING (1998) desenvolveram uma análise multicritério, tendo em consideração diversos métodos e critérios utilizados pelas entidades gestoras de parques edificados, de Inglaterra e de Gales, possibilitando a definição de prioridades de acções de manutenção. Deste modo, foram definidos seis critérios: importância do edifício; estado de conservação; importância no uso; efeitos nos utentes; implicações ao nível dos custos e consequências na utilização do edifício.

GASPAR (2002) apresentou um modelo probabilístico, com o intuito de caracterizar a sensibilidade de fachadas rebocadas à degradação, desde o nível 1 (condições excelentes) ao 4 (rotura de serviço). Para cada nível de degradação, associou anomalias e técnicas de reparação, possibilitando assim a quantificação relativa das respectivas anomalias, através de factores multiplicativos (Tabela 4.7).

Tabela 4.7 Níveis de degradação de rebocos exteriores correntes (GASPAR, 2002)

Nível de degradação	Caracterização	Factor multiplicativo
Nível 1 (bom)	- Sujidade superficial	1
Nível 2 (degradação ligeira)	- Pequena fissuração - Fungos e líquenes - Diferenças de cor	2
Nível 3 (degradação localizada)	- Fendilhação localizada - Infiltrações ou manchas de humidade - Deterioração localizada da superfície	3
Nível 4 (degradação generalizada)	- Fendilhação generalizada - Manchas indicadoras de infiltrações generalizadas e deterioração da superfície	4

Com base nos factores multiplicativos, anomalias encontradas e aplicação da Equação 4.1, GASPAR (2002) apresentou um parâmetro que define o estado de degradação de cada edifício.

$$F_g = \frac{n_1 \times 1 + n_2 \times 2 + n_3 \times 3 + n_4 \times 4}{\sum_1^4 (n_1 + n_2 + n_3 + n_4)} \quad (4.1)$$

onde:

F_g - nível de degradação global do edifício;

N_i - somatório das anomalias de nível i (1 a 4).

Apesar de o estudo em causa não ter sido desenvolvido para o sistema de coberturas, considera-se relevante a sua indicação, pois o funcionamento, as anomalias e a exposição das fachadas são factores particularmente idênticos aos das coberturas. Deste modo, torna-se uma mais valia a utilização de diversos dados deste modelo para a metodologia a desenvolver na dissertação.

Posteriormente, FLORES-COLEN & BRITO (2006) desenvolveram uma análise multicritério, com base em diversos critérios de prioridade de intervenção. No modelo em causa, foram considerados como critérios relevantes a severidade das anomalias (S), a respectiva extensão (E) e a criticidade (C) do elemento em estudo (Tabela 4.8).

Com base na classificação referida e através da Equação 4.2, é possível determinar o indicador de escalonamento relativo ($I_{relativo,i}$) e assim hierarquizar a prioridade de intervenção das acções de manutenção.

$$I_{relativo} = \frac{I_{ponderado}}{Max\ (I_{ponderado})} = \frac{5 \times S + E + 3 \times C}{Max\ (I_{ponderado})} \quad (4.2)$$

onde,

$I_{relativo} \geq 0{,}80$ - acções imediatas (prazo de seis meses);
$0{,}50 \leq I_{relativo} \leq 0{,}80$ - acções a curto prazo (em dois anos);
$I_{relativo} \leq 0{,}5$ - acções a médio prazo (entre 2 a 5 anos).

De referenciar que, tal como GASPAR (2002), nesta última análise multicritério a quantificação das prioridades de intervenção é efectuada com base em factores multiplicativos, realçando quais os critérios mais importantes.

Tabela 4.8 Critérios de avaliação quantitativa de prioridades de intervenção, adaptado de FLORES-COLEN & BRITO (2006)

Tipo de critério de prioridade	Níveis de classificação
Severidade da anomalia - tem em conta os efeitos das anomalias nos requisitos de desempenho e satisfação do utente	1 - Influência negativa no aspecto estético
	2 - Aumento dos encargos com a utilização
	3 - Diminuição da durabilidade dos elementos
	4 - Aumento dos incómodos na utilização dos espaços, afectando a funcionalidade do edifício
	5 - Redução das condições de higiene
	6 - Falta de segurança contra a intrusão
	7 - Perigo para a segurança e integridade dos utentes
Extensão da anomalia - avalia a extensão de incidência da anomalia	1 - Extensão localizada
	2 - Extensão média
	3 - Extensão elevada
Criticidade do elemento em estudo - contabiliza a importância relativa dos diversos EFM no conjunto de elementos em que o edifício é dividido	1 - Mínimo (elementos arquitectónicos)
	2 - Baixo (acabamentos)
	3 - Normal (elementos secundários)
	4 - Crítico (elementos primários)
	5 - Muito crítico (elementos estruturais)

VILHENA et al. (2009) refere que a prioridade de intervenção deve ser estabelecida tendo em consideração a gravidade e a extensão das anomalias e os condicionantes físicos e / ou económicos, ou seja, complexidade de intervenção (Tabela 4.9).

Tabela 4.9 Critérios de avaliação quantitativa de prioridades de intervenção, adaptado de VILHENA et al. (2009)

Tipo de critério de prioridade	Níveis de classificação
Gravidade da anomalia	Anomalias sem significado - ausência de anomalias ou sem significado
	Anomalias ligeiras - anomalias que prejudicam o elemento a nível estético
	Anomalias médias - Anomalias que prejudicam o uso e/ou o conforto
	Anomalias graves - Anomalias que colocam em risco a saúde e/ou a segurança
Extensão da anomalia	Localizada - anomalias que afectam pontualmente o elemento (≤ 25%)
	Média - anomalias que afectam áreas limitadas do elemento (entre 26% e 50%)
	Extensa - anomalias que afectam grandes áreas do elemento funcional (entre 51% e 75%)
	Total - anomalias que afectam a quase totalidade do elemento (≥ 75%)
Complexidade da intervenção	Simples - trabalhos realizados numa única operação e com a intervenção de apenas uma especialidade (limpeza ou reparações pontuais)
	Média - trabalhos realizados em várias operações e que carecem da intervenção de várias especialidades (substituição do elemento funcional sem a sua posterior reconstrução)
	Difícil - trabalhos tecnicamente complexos, requerendo materiais e tecnologias não correntes

Posteriormente, o nível de intervenção é determinado através de um modelo quantitativo. Para cada elemento funcional, a extensão e a complexidade de intervenção a realizar, devido a anomalias construtivas e espaciais, são convertidas em valores (Tabela 4.10).

Tabela 4.10 Determinação da pontuação por elemento funcional, adaptado de VILHENA (2009)

Tipo de critério de intervenção	Níveis de classificação	Pontuação
Extensão da intervenção (E_I)	Localizada	0,25
	Média	0,50
	Extensa	0,75
	Total	1,00
Complexidade da intervenção (C_I)	Simples	0,40
	Média	0,80
	Difícil	1,20

Para cada elemento funcional, calculam-se separadamente, os índices de necessidade de intervenção por anomalias construtivas (Ic) e espaciais (If). A pontuação (Pt) de cada elemento é determinada pelo produto entre a ponderação (Pd) pela soma dos índices de intervenção (Ic + If). Deste modo, é possível determinar o edifício ou elemento funcional que tem maiores necessidades de reabilitação / manutenção.

De acordo com MADUREIRA (2011), existiram diversos outros autores que adoptaram uma classificação de anomalias pseudo-quantitativa. MAGALHÃES (2008) e GONÇALVES (2004) desenvolveram uma classificação com base em dois critérios (urgência de actuação e segurança e bem-estar), a cada um atribui-se uma pontuação parcial (variável entre 50 a 10 pontos) que, somadas, representavam a pontuação global e a respectiva prioridade de actuação.

A pontuação resultante da análise pseudo-quantitativa pode ser variável entre 100 a 20 pontos, aumentando a prioridade de intervenção à medida que os valores referidos aumentam (Tabela 4.11).

Tabela 4.11 Modelo de avaliação pseudo-quantitativa de prioridades de intervenção em edifícios correntes, adaptado de MAGALHÂES (2008) e GONÇALVES (2004)

Tipo de critério de prioridade	Nível de classificação	Pontuação	Descrição
Urgência de actuação	0	50	Actuação imediata (segurança de pessoas e bens comprometida)
	1	30	Actuação a médio prazo, 6 meses a 1 ano (não coloca de imediato em causa a segurança de bens e pessoas)
	2	20	Sem urgência, mas é necessário monitorizar a evolução da anomalia
	3	10	Sem urgência
Segurança e bem-estar	A	50	Não cumpre as exigências de segurança
	B	20	Não cumpre as exigências mínimas de funcionalidade
	C	10	Cumpre as exigências mínimas de funcionalidade
Classificação pseudo-quantitativa	1	80 a 100	Prioridade máxima
	2	60 a 70	Grande prioridade
	3	40 a 50	Pequena prioridade
	4	20 a 30	Prioridade mínima

De acordo com JOHNSON & WYATT (1999), a prioridade das acções de manutenção pode ser definida tendo em consideração um ou mais critérios, nomeadamente o carácter de urgência, o funcionamento do edifício, o estado de degradação dos EFM, o efeito negativo nos utentes e as implicações nos custos.

Analisando os critérios referidos e os respectivos níveis de classificação, é possível determinar quais os trabalhos mais urgentes, com o intuito de diminuir a contínua degradação do sistema e aumentar, por

consequência, o próprio nível de desempenho do elemento ou elementos em causa. Na Tabela 4.12, descreve-se o modelo de prioridades de intervenção proposto por JOHNSON & WYATT (1999), com o intuito de melhorar o planeamento de acções correctivas em elementos de um edifício.

Tabela 4.12 Classificação de prioridades de intervenção para acções de manutenção (JOHNSON & WYATT, 1999)

Classificação / grupo	Código de prioridades	Descrição
Prioridades dos trabalhos, em termos de urgência	Prioridade 1	Trabalhos inevitáveis
	Prioridade 2	Trabalhos essenciais
	Prioridade 3	Trabalhos urgentes
	Prioridade 4	Trabalhos desejáveis
Sub-classes de manutenção	A	Respeitar as obrigações legais
	B	Respeitar as exigências de segurança e saúde
	C	Evitar sérias perturbações na utilização
	D	Prevenir grave deterioração física
	E	Evitar perturbações na utilização
Efeitos se a acção não ocorrer	1	Rápidos custos e incómodos na utilização
	2	Efeitos muito significativos (rotura)
	3	Efeitos do atraso mínimos
	4	Efeitos do atraso sem significado
Efeitos nos utilizadores do edifício	X	Grandes perturbações nos utilizadores
	Y	Pequenas perturbações nos utilizadores
	Z	Efeitos mínimos sem significado

Por outro lado, MARTEISSON & JÓNSSON (1999) e BS ISO 15686-3 (2002), com base numa classificação qualitativa, estabeleceram critérios de prioridade de manutenção global de um edifício (Tabela 4.13).

Tabela 4.13 Critérios de avaliação qualitativa de prioridades de intervenção

Tipo de critério	Níveis de classificação	Autores
Estado de degradação	Bom: não necessita de manutenção nos próximos 5 anos	MARTEISSON & JÓNSSON (1999)
	Adequada: necessidade de manutenção	
	Pobre: necessidade de manutenção entre 1 e 2 anos	
	Muito pobre: reparação imediata	
Extensão da anomalia	Extensão mínima (≤ 5 %)	
	Extensão média (entre 5% e 33%)	
	Extensão considerável (entre 34% e 66%)	
	Extensão alta (≥ 67%)	
Incidência da anomalia	Alta	BS ISO 15686-3 (2002)
	Média	
	Reduzida	
Consequência de não intervenção	Alta	
	Média	
	Reduzida	
Custo	Alta	
	Média	
	Reduzida	

Verifica-se que os critérios apresentados por estes autores não se distinguem dos restantes já indicados. A diferença relevante reside na classificação de prioridades que, nos dois últimos casos, é efectuado através

de um processo qualitativo. Este tipo de processo poderá ser aplicado de forma mais simples durante as inspecções, mas é considerado por diversos autores menos preciso e rigoroso, relativamente aos processos quantitativos. FLORES (2002) realça a importância do processo em causa ser baseada em factores quantitativos.

Com base nas referências bibliográficas apresentadas, é possível a elaboração de uma proposta de aplicação de diversos critérios, com o intuito de hierarquizar as prioridades de intervenção na análise de degradação de EFM de coberturas.

A classificação de anomalias, no âmbito desta dissertação, baseia-se em quatro critérios, a agressividade do meio que envolve a cobertura em estudo, a extensão da anomalia, o nível de degradação do EFM a analisar e a severidade da anomalia. Posteriormente, optou-se por dividir em níveis de gravidade os critérios adoptados. No caso da agressividade do meio e da extensão da anomalia, verificou-se que seria essencial a sua divisão em três níveis de gravidade: alta, média e reduzida, que corresponde a uma descrição do estado da anomalia ou do EFM. Por outro lado, optou-se por dividir o estado de degradação do EFM em quatro níveis classificativos: bom; degradação superficial; degradação moderada; degradação acentuada.

Analogamente, optou-se por dividir a severidade das anomalias em cinco níveis de gravidade: influência negativa no aspecto estético; aumento considerável dos encargos de posteriores manutenções; diminuição da durabilidade dos elementos; funcionalidade do edifício afectada; perigo para a segurança dos utentes (MARTEISSON & JÓNSSON (1999), BS ISO 15686-3 (2002), GASPAR (2002) e FLORES-COLEN & BRITO (2006)).

Tal como referido, a hierarquização de prioridades de intervenção é um processo essencial para a realização de eficazes acções de manutenção. Deste modo, foram atribuídos factores multiplicativos a cada um dos critérios referidos, tendo em consideração a importância de cada um na hierarquização de prioridades (Tabela 4.14).

A agressividade do meio das coberturas é um critério que é importante quantificar, uma vez que, dependendo do ambiente em que o sistema está inserido, existem diferenças na evolução da anomalia e no processo de degradação do EFM em causa. A título de exemplo, as zonas costeiras e urbanas, devido aos diversos agentes agressivos, proporcionam uma evolução mais rápida de todo o processo de degradação do elemento em análise. Deste modo, considera-se mais prioritário intervir num sistema de cobertura inserido num ambiente mais agressivo (zona costeira ou urbana) do que em ambientes de agressividade reduzida (zona rural).

Tendo em consideração os restantes critérios, verifica-se que a agressividade do meio é aquele que apresenta menor peso (factor multiplicativo 1) na ponderação da prioridade de intervenção. Tal justifica-se pelo facto de não ser um factor tão relevante que indique à partida a necessidade de intervir primeiro num ou noutro sistema de cobertura, já que pode ser considerada apenas uma causa inicial para muitos outros factores importantes para a ponderação da prioridade de intervenção.

Tabela 4.14 Proposta de classificação de anomalias em EFM de coberturas de edifícios

Critério	Nível	Descrição	Pontuação	Factor multiplicativo
Agressividade do meio	Reduzido	Meio rural	1	1
	Médio	Meio urbano	2	
	Alto	Zona costeira	3	
Extensão da anomalia	Reduzido	≤ 20%	1	2
	Médio	21 a 70%	2	
	Alto	≥70%	3	
Nível de degradação do EFM	0	Sem degradação relevante	1	3
	1	Degradação superficial	2	
	2	Degradação moderada	3	
	3	Degradação acentuada	4	
Severidade da anomalia	A	Influência negativa no aspecto estético	1	4
	B	Aumento considerável dos encargos de posteriores acções de manutenção	2	
	C	Diminuição da durabilidade dos elementos	3	
	D	Funcionalidade do edifício afectada	4	
	E	Perigo para a segurança dos utentes	5	

Relativamente à extensão da anomalia, optou-se por dividir em alta, onde mais de 70% da área do EFM em análise é afectada, média, onde a área afectada varia entre 21 e 70% e baixa, em que a anomalia em causa atinge menos de 20% da área do EFM. Tendo em conta o modelo multicritério apresentado por FLORES-COLEN & BRITO (2006) verifica-se que, de todos os critérios adoptados, a extensão da anomalia é aquele que apresenta um menor peso (Equação 4.2). Deste modo, para o modelo a desenvolver nesta dissertação, optou-se por aplicar ao critério em causa um factor multiplicativo 2.

O próprio nível de degradação do EFM em análise é um factor essencial no processo de ponderação de prioridades de intervenção. Com base em MARTEISSON & JÓNSSON (1999), verifica-se que a prioridade máxima de intervenção corresponde a um nível 3 de degradação (degradação acentuada do EFM). Por outro lado, a prioridade mínima de intervenção equivale a um nível 0 de degradação (sem degradação relevante). Numa primeira instância, a consideração deste critério poderá ser um pouco redundante mas um número reduzido ou elevado de anomalias ou mesmo uma extensão reduzida ou baixa das mesmas não significam à partida que o nível de degradação seja baixo ou alto, respectivamente.

Por último, a severidade da anomalia é um dos critérios mais utilizados por diversos autores no processo de ponderação de prioridades de intervenção. Com base em FLORES-COLEN & BRITO (2006), verifica-se que a prioridade máxima de intervenção corresponde a anomalias cujo perigo para a segurança dos utentes é elevado. Em contrapartida, a prioridade mínima de intervenção equivale a anomalias que apenas influenciam negativamente o aspecto estético do EFM em análise.

O nível de degradação do EFM em análise e a severidade da anomalia foram considerados os critérios com maior peso na ponderação de prioridade de intervenção (factores multiplicativos de 3 e 4, respectivamente). Tal deve-se ao facto de serem os dois factores que mais influenciam os utentes, quer a nível de segurança e saúde, como de funcionamento e custos. No modelo multicritério de FLORES-COLEN & BRITO (2006),

verifica-se que a severidade das anomalias é o factor com maior peso na determinação do indicador de escalonamento das prioridades de intervenção, pelo que no âmbito desta dissertação também se considerou o mais importante dos quatro critérios de prioridade adoptados.

Posteriormente à descrição dos critérios, é necessário determinar o indicador de escalonamento para cada anomalia e EFM. O indicador em causa foi determinado com base na fórmula desenvolvida na análise multicritério de FLORES-COLEN & BRITO (2006) e MADUREIRA (2011). Considerou-se como base o modelo referido por ser o mais próximo do objectivo da dissertação a desenvolver. Tal como referido, poderia ter sido desenvolvido um modelo de prioridades de intervenção qualitativo mas, devido à falta de experiência e sensibilidade na área, considerou-se esta opção não só complicada para ser realizada de um modo eficaz, como também pouco precisa e rigorosa.

O indicador para o escalonamento das prioridades de intervenção desenvolvido nesta dissertação é calculado tendo em consideração o peso de cada anomalia com o pior dos cenários, ou seja, nível alto (pontuação de 3) nos dois primeiros critérios, nível 3 (pontuação de 4) no estado de degradação e nível E (pontuação de 5) na severidade da anomalia em análise. Deste modo, através da aplicação destes cálculos, é possível determinar diversos valores percentuais e assim hierarquizar a urgência das acções de manutenção correctivas (Equações 4.3 e 4.4).

$$P_{anomalia} = 1 \times A + 2 \times E + 3 \times D + 4 \times S \tag{4.3}$$

$$P_{intervenção} = \frac{P_{anomalia}}{Max\ (P_{anomalia})} \times 100 = \frac{1 \times A + 2 \times E + 3 \times D + 4 \times S}{41} \times 100 \tag{4.4}$$

onde,

$P_{anomalia}$ - peso de cada anomalia em análise;
$P_{intervenção}$ - indicador para o escalonamento da prioridade de intervenção;
A - agressividade do meio;
E - extensão da anomalia em análise;
D - nível de degradação do EFM;
S - severidade da anomalia em análise.

Por último, é necessário atribuir às percentagens obtidas na Equação 4.4 a respectiva prioridade de intervenção. Deste modo, com base em FLORES (2002), FLORES-COLEN & BRITO (2006) e MADUREIRA (2011), optou-se por elaborar uma escala dividida em quatro níveis (Tabela 4.15). O primeiro nível (25% ≤ $P_{intervenção}$ ≤ 40%) corresponde a anomalias com menor urgência de intervenção, ou seja, anomalias cuja extensão e efeito negativo no funcionamento de todo o sistema de cobertura é muito reduzido. FLORES-COLEN & BRITO (2006) não consideram este nível relevante mas a existência deste tipo de anomalias é bastante comum em edifícios correntes, sendo essencial o escalonamento de um nível reduzido de urgência de intervenção. O segundo nível (40% ≤ $P_{intervenção}$ ≤ 60%) corresponde a anomalias em relação às quais devem ser efectuadas acções de manutenção a médio prazo (2 a 5 anos), mas que devem ser alvo de monitorização durante as diversas inspecções a realizar. Os dois níveis mais urgentes correspondem a

anomalias cuja gravidade é consideravelmente elevada, sendo necessário efectuar acções de manutenção a curto prazo (1 a 2 anos) ou mesmo imediatas (6 meses).

Tabela 4.15 Proposta de classificação de prioridades de intervenção em EFM de coberturas

Nível	Prioridade de intervenção	$P_{intervenção}$
1	Acções sem urgência	$24\% \leq P_{intervenção} \leq 40\%$
2	Acções a médio prazo (2 a 5 anos) com necessidade de monitorizar	$40\% \leq P_{intervenção} \leq 60\%$
3	Acções a curto prazo (1 a 2 anos)	$61\% \leq P_{intervenção} \leq 80\%$
4	Acções de prioridade imediata (6 meses)	$P_{intervenção} \geq 80\%$

As percentagens apresentadas na Tabela 4.17 foram determinadas com base em diversas combinações possíveis para o valor do indicador $P_{intervenção}$. A título de exemplo, caso todos os critérios em análise apresentem a pontuação mínima, o indicador de intervenção apresenta um valor de apenas 24%, não sendo necessário analisar percentagens inferiores a essa.

4.3.4. Acções de manutenção correctiva

Tal como referido, as intervenções correctivas são executadas com o intuito de restabelecer os níveis de desempenho adequados dos elementos em análise, corrigindo as anomalias detectadas durante a inspecção detalhada. Este tipo de estratégia é aplicado nos casos em que ocorreram anomalias imprevistas no EFM em análise.

Os EFM expostos poderão apresentar anomalias estéticas, perda de aderência e fixação ou mesmo anomalias de perda acentuada de funcionalidade e erros de execução / concepção que prejudicam não só o sistema de cobertura como outros elementos construtivos do edifício. Deste modo, dependendo do tipo e gravidade da anomalia, é possível atribuir acções correctivas tipificadas (Tabela 4.16).

Tabela 4.16 Proposta do tipo de acção correctiva a efectuar, dependendo das anomalias verificadas

Tipo de anomalia	Acções correctivas
Estéticas	Limpeza
Perda de aderência e fixação	Reparação / substituição
Perda acentuada de funcionalidade	Reparação / substituição
Erros de execução / concepção	Substituição

A título de exemplo, entende-se como anomalias estéticas a sujidade superficial, acumulação de detritos ou vegetação parasitária. Deste modo, verifica-se que a sua gravidade é consideravelmente menor relativamente às restantes anomalias, pelo que as medidas correctivas necessárias serão menos agressivas. Por outro lado, as anomalias correspondentes à perda de aderência e fixação (fracturação, fissuração, empolamentos ou desprendimentos, defeitos nos elementos de fixação) apresentam uma gravidade considerável, pelo que o elemento em causa deve ser sujeito a acções de reparação ou substituição parcial, caso o estado de degradação se verifique acentuado. A presença de água pode ser consequência, em diversos casos, de anomalias de perda de aderência e fixação ou mesmo erros de execução / concepção.

Relativamente às anomalias de perda de funcionalidade os elementos afectados devem ser sujeitos a acções correctivas mais profundas e dispendiosas, pois apresentam consequências bastante gravosas e colocam em causa a integridade de bens e pessoas e o correcto funcionamento de todo o sistema de cobertura e outros elementos constituintes do edifício.

Por último, os erros de execução / concepção (ausência de ralos de embocadura e sistema de ventilação) devem ser alvo de uma apreciação cuidada e eficaz, com o intuito de se efectuar o redimensionamento do elemento em causa e a substituição do mesmo.

4.4. Planeamento das acções de manutenção pró-activas

Tal como referido, as acções de manutenção de qualquer elemento construtivo têm o intuito de corrigir pequenas deficiências decorrentes do uso, das acções exteriores e do envelhecimento natural dos materiais e elementos construtivos. Deste modo, é conveniente caracterizar com rigor as operações de manutenção pertencentes a uma estratégia de manutenção pró-activa e assim minimizar a degradação prematura dos elementos construtivos durante a sua vida útil. Uma estratégia pró-activa engloba operações de inspecção (manutenção predictiva), operações de limpeza, intervenções ligeiras e profundas (manutenção preventiva).

Os conceitos referidos já foram todos desenvolvidos em capítulos anteriores, pelo que, nesta fase e com base em diversas referências bibliográficas, são apresentadas diversas propostas não só de vida útil de elementos construtivos, mas também de periodicidades de acções de manutenção pró-activas.

4.4.1. Proposta da estimativa das vidas úteis de elementos de coberturas

A definição da vida útil de um elemento constitui um parâmetro fundamental para a fiabilidade de qualquer estratégia de manutenção. De acordo com HOVDE (2004), a necessidade de prever a vida útil em elementos de construção tem subjacente a preocupação com a durabilidade dos elementos, quando expostos aos factores ambientais mais ou menos severos, em que se inserem e com a preocupação económica, que recai na procura de soluções mais acessíveis.

Tal como referido no Capítulo 3, existem diversos documentos técnicos que contêm estimativas da vida útil dos elementos constituintes de um sistema de cobertura. Nas Tabelas 4.17 e 4.18, apresenta-se uma proposta de estimativa de vidas úteis para condições normais de funcionamento, tendo em consideração os elementos fonte de manutenção já referidos. Para o caso específico do sistema de coberturas, destacam-se os documentos HAPM (1999), BFCLM (1999), RICS (2001), NRCA (2007) e NAHB (2007).

Com base em BARBOSA (2009) e MADUREIRA (2011), optou-se por elaborar um processo semelhante na estimativa da vida útil dos diversos elementos constituintes de um sistema de cobertura. Deste modo, observando os diversos valores dos documentos técnicos referidos no Capítulo 3, avaliaram-se os mínimos e os máximos e posteriormente calculou-se a média aritmética dos mesmos. De acordo com os valores obtidos, desenvolveu-se a proposta de estimativa de vida útil dos elementos de uma cobertura.

Tabela 4.17 Proposta de estimativa de vida útil para cada sub-elemento de coberturas inclinadas

Elemento	Sub-elemento	Material	Vida útil dos elementos de construção (anos)			
			Máxima	Mínima	Média	Proposta
Coberturas inclinadas	Revestimento	Ardósia natural	80	35	55	55
		Telha cerâmica	64	35	50	50
		Telha micro-betão	60	35	48	50
		Fibrocimento / naturocimento	25	20	23	25
		Metálico	50	20	35	35
		Plástico	30	10	20	20
	Estrutura de suporte	Madeira	40	35	38	40
		Betão armado	50	30	40	50
		Metálica	35	30	33	30
	Sistema de drenagem	Metálico	40	20	30	25
		PVC	30	10	20	15
		Fibra de vidro	25	20	23	20
		Membranas asfálticas	30	25	27	25
	Sistema de remates	Metálicos	30	15	23	20
		Membranas betuminosas				
		Membrana asfáltica				
	Elementos de fixação	Metálicos	20	20	20	20
	Clarabóias e janelas	Madeira	36	30	33	30
		Plástico	5	5	5	5
		Metálica	44	30	37	35
	Alvenarias da cobertura	Cerâmica	50	50	50	50
		Pedra natural				
		Betão				

Observando a Tabela 4.17, verifica-se que os revestimentos em ardósia natural apresentam valores expectáveis de vida útil consideravelmente superiores (60 anos proposto para o estudo a desenvolver) relativamente aos restantes tipos de revestimentos, pois a ardósia natural caracteriza-se por ser um material que não apresenta impurezas, muito pouco alterável, muito durável e por ser praticamente inerte em presença de diversos produtos químicos (grande resistência à poluição atmosférica).

Os revestimentos em telha cerâmica e micro-betão também apresentam valores de vida útil elevados. Este tipo de telhas caracterizam-se por possuírem elevada resistência mecânica, resistência ao fogo, aos ciclos gelo / degelo, elevadas variações de temperatura e agentes atmosféricos. Deste modo, foram propostas vidas úteis de 50 anos para ambos os tipos de materiais (valores um pouco inferiores aos revestimentos em ardósia natural).

Prevê-se que as estruturas de suporte em madeira e betão armado tenham uma vida útil igual à vida útil da construção (normalmente de 50 anos). No entanto, para o caso de estruturas em madeira e em condições normais de funcionamento, é aceitável a proposta de 60 anos de vida útil, pois sabendo que poderão ser alvo de medidas de manutenção e inspecção regulares, evitando-se assim o ataque de fungos de podridão e insectos xilófagos que provocam uma degradação prematura do elemento, são consideradas um elemento com uma durabilidade elevada.

Tabela 4.18 Proposta de estimativa de vida útil para cada sub-elemento de coberturas planas

Elemento	Sub-elemento	Material	Vida útil dos elementos de construção (anos)			
			Máxima	Mínima	Média	Proposta
Coberturas planas	Estrutura de suporte	Madeira	40	35	38	35
		Betão armado	50	30	40	50
		Metálica	40	30	35	35
	Camada de impermeabilização	Asfalto	36	25	31	30
		Betume	35	17	26	20
		Plásticos	35	10	23	20
	Camada de protecção	Mineral	30	20	25	25
		Sintético	50	19	35	25
		Metálico	39	10	25	25
		Betão	50	50	50	50
		Madeira	35	37	36	35
	Sistema de drenagem	Metálico	40	20	30	35
		PVC	30	10	20	15
		Fibra de vidro	25	20	23	20
		Asfalto	30	25	27	25
	Sistema de remates	Metálicos	30	15	23	25
		Membranas betuminosas				
		Membranas asfálticas				
	Elementos de fixação	Metálicos	20	20	20	20
	Alvenaria da cobertura	Cerâmica	50	50	50	50
		Pedra natural				
		Betão				

A existência de diversos tipos de materiais metálicos passíveis de ser aplicados em sistemas de coberturas e de modo a evitar uma elevada complexidade do estudo conduziu ao seu agrupamento e assim a efectuar uma média da sua vida útil expectável (apesar de a maioria apresentar uma vida útil semelhante). De referir que, apesar de poderem ser aplicados materiais metálicos iguais em estruturas de suporte, sistema de protecção, sistema de drenagem, elementos de fixação e revestimentos, optou-se por propor distintos valores de vida útil pois poderão estar sujeitos a diferentes usos por parte dos utentes e factores agressivos. A título de exemplo, os elementos de fixação metálicos apresentam uma vida útil de 20 anos, uma vez que a sua deterioração poderá ocorrer mais facilmente, ficando a sua pintura ressequida, oxidados, entre outros problemas e a sua substituição é consideravelmente mais simples.

De referir que seria possível determinar a vida útil dos elementos construtivos com base em diversos outros métodos. A título de exemplo, poder-se-ia utilizar o método factorial, cujo objectivo não é obter valores exactos e totalmente fiáveis da vida útil de cada produto de construção, mas sim permitir a comparação de soluções para cada caso concreto. No entanto, para que o método em causa seja eficaz, seria necessário identificar os efeitos de cada um dos factores referidos no Capítulo 2 sobre a vida útil do elemento recorrendo, para isso, a informações de fabricantes, documentos de laboratório e a bibliografia especializada, tornando este processo bastante exaustivo para o objectivo desta dissertação. Por ser um método determinístico, é necessário um bom conhecimento dos factores multiplicativos.

4.4.2. Proposta de periodicidade das acções de manutenção pró-activas em coberturas

Tal como referido, as acções pró-activas são aplicadas tanto a edifícios existentes como a edifícios novos. O planeamento das intervenções de manutenção deve diferenciar as diversas operações necessárias como a inspecção, tratamentos de protecção, reparações, substituições ou reposições localizadas, reparações em áreas extensas ou substituição integral, no final da vida útil.

4.4.2.1. Planeamento das acções predictivas

O recurso a uma manutenção predictiva baseia-se em inspecções, devendo seguir uma periodicidade pré-definida, tendo em consideração o elemento construtivo a analisar. A realização de inspecções periódicas permite evitar, a longo prazo, a rotura eminente dos elementos constituintes do sistema de cobertura, pelo que a sua inclusão em planos de manutenção é, sem dúvida, uma mais valia (Tabela 4.19).

Tabela 4.19 Proposta de acções predictivas dos elementos fonte de manutenção de coberturas inclinadas

Sistema de cobertura inclinada	
EFM	**Acções de inspecção**
Revestimento	Verificação do estado de limpeza e diferenças de tonalidade de todo o tipo de revestimento
	Verificação do estado de cada elemento: fissurações localizadas ou generalizadas, existência de elementos partidos, descasque, desprendimento e desagregação
	Verificação da existência de zonas corroídas em revestimentos metálicos
	Verificação da existência de humidades ou lâminas de água
Estrutura de suporte	Verificação do estado de limpeza da estrutura de suporte, independentemente do material aplicado
	Verificação da estrutura de suporte em madeira, com o intuito de controlar a sua estabilidade
	Verificação da existência de humidades
	Verificação de existência de deformações e desprendimentos, independentemente do tipo de material aplicado
	Verificação do estado de conservação da estrutura de suporte em madeira, tendo em consideração ataques de insectos xilófagos e fungos de podridão, que poderão provocar degradação prematura do elemento
Sistema de ventilação	Verificação da existência de detritos que poderão obstruir os pontos de ventilação
Sistema de drenagem	Verificação do estado de limpeza
	Verificação de zonas corroídas caso sejam aplicados materiais metálicos
	Verificação do correcto escoamento das águas, ou seja, possibilidade de obstrução do sistema
Sistema de remates	Verificação do correcto escoamento de água
	Verificação do estado de limpeza
	Verificação do estado do elemento: fissuração, empolamentos, descasque
Elementos de fixação e serralharia	Verificação da existência de elementos corroídos
	Verificação do correcto funcionamento dos elementos de fixação
Clarabóias e janelas	Verificação do estado de conservação do elemento: fissuração, empolamentos, descasque, corrosão, empenamentos
	Verificação do estado de limpeza
	Verificação das juntas de estanqueidade
	Verificação das funções da clarabóia: abertura para ventilação e abertura para acesso ao tecto
Elementos de alvenaria da cobertura	Verificação do estado de conservação do elemento: fissuração, infiltrações, descasque
	Verificação do estado de limpeza (sujidade superficial e acumulação de vegetação parasitaria)

Analogamente nas Tabela 4.20, apresentam-se as diversas acções de inspecção a realizar em coberturas planas, com o intuito de melhorar e prolongar o nível de desempenho de todos os elementos constituintes.

Tabela 4.20 Proposta de acções predictivas dos elementos fonte de manutenção de coberturas planas

Sistema de cobertura plana	
EFM	**Acções de inspecção**
Estrutura de suporte	Verificação do estado de limpeza da estrutura de suporte, independentemente do material aplicado
	Verificação da estrutura de suporte em madeira, com o intuito de controlar a sua estabilidade
	Verificação da existência de humidades
	Verificação de existência de deformações e desprendimentos, independentemente do tipo de material aplicado
	Verificação do estado de conservação da estrutura de suporte em madeira, tendo em consideração ataques de insectos xilófagos e fungos de podridão, que poderão provocar degradação prematura do elemento
	Verificação de zonas corroídas em estruturas de suporte metálicas
Camada de impermeabilização	Verificação do estado do elemento: fissuração; perfuração; arrancamento; descolamento; formação de pregas e empolamentos
	Verificação do estado de limpeza do elemento, independentemente do material aplicado
	Verificação da existência de humidades, lâminas de água ou zonas corroídas, devido a elementos de fixação
	Verificação da possibilidade de acumulação de detritos, impedindo o correcto escoamento de água
Camada de protecção	Verificação do estado do elemento: fissuração, arrancamento, arrastamento de material leve
	Verificação do estado de limpeza e acumulação de detritos que poderão impedir o correcto escoamento da água
	Verificação da existência de humidades, lâminas de água ou zonas corroídas, devido a elementos de fixação
Sistema de drenagem	Verificação do estado de limpeza
	Verificação de zonas corroídas caso sejam aplicados materiais metálicos
	Verificação do correcto escoamento das águas, ou seja, possibilidade de obstrução do sistema
Sistema de remates	Verificação do estado de limpeza
	Verificação do estado do elemento: fissuração, empolamentos, descasque, descolamento
	Verificação do correcto funcionamento do elemento
Elementos de fixação e restantes elementos metálicos	Verificação da existência de elementos corroídos
	Verificação do correcto funcionamento dos elementos de fixação
Elementos de alvenaria da cobertura	Verificação do estado de conservação do elemento: fissuração, infiltrações, descasque
	Verificação do estado de limpeza (sujidade superficial e acumulação de vegetação parasitaria)

Em diversas situações referidas nas Tabelas 4.19 e 4.20, são necessárias acções de reabilitação e não de manutenção mas torna-se complicada a sua diferenciação antes da própria inspecção pelo que, de modo a ter-se um processo eficaz, se optou por referenciar, de um modo exaustivo, as diversas acções a realizar por parte do responsável. Por outro lado, verificam-se diversos processos de inspecção comuns, independentemente do elemento fonte de manutenção a analisar, nos dois tipos de coberturas existentes. No entanto, optou-se por diferenciar as acções de inspecção por tipo de coberturas, com o intuito de elaborar um plano de inspecção e manutenção mais claro e preciso, podendo ser utilizado separadamente caso seja necessário analisar uma cobertura inclinada ou plana.

Tal como referido, devem-se efectuar, regularmente, inspecções pelo utilizador e, posteriormente, reportar a uma entidade competente sempre que se verificar qualquer tipo de anomalia. Com uma frequência menor, deve ser efectuada uma inspecção mais detalhada por um técnico especializado e mais sensibilizado para diversas situações problemáticas (Figura 4.4).

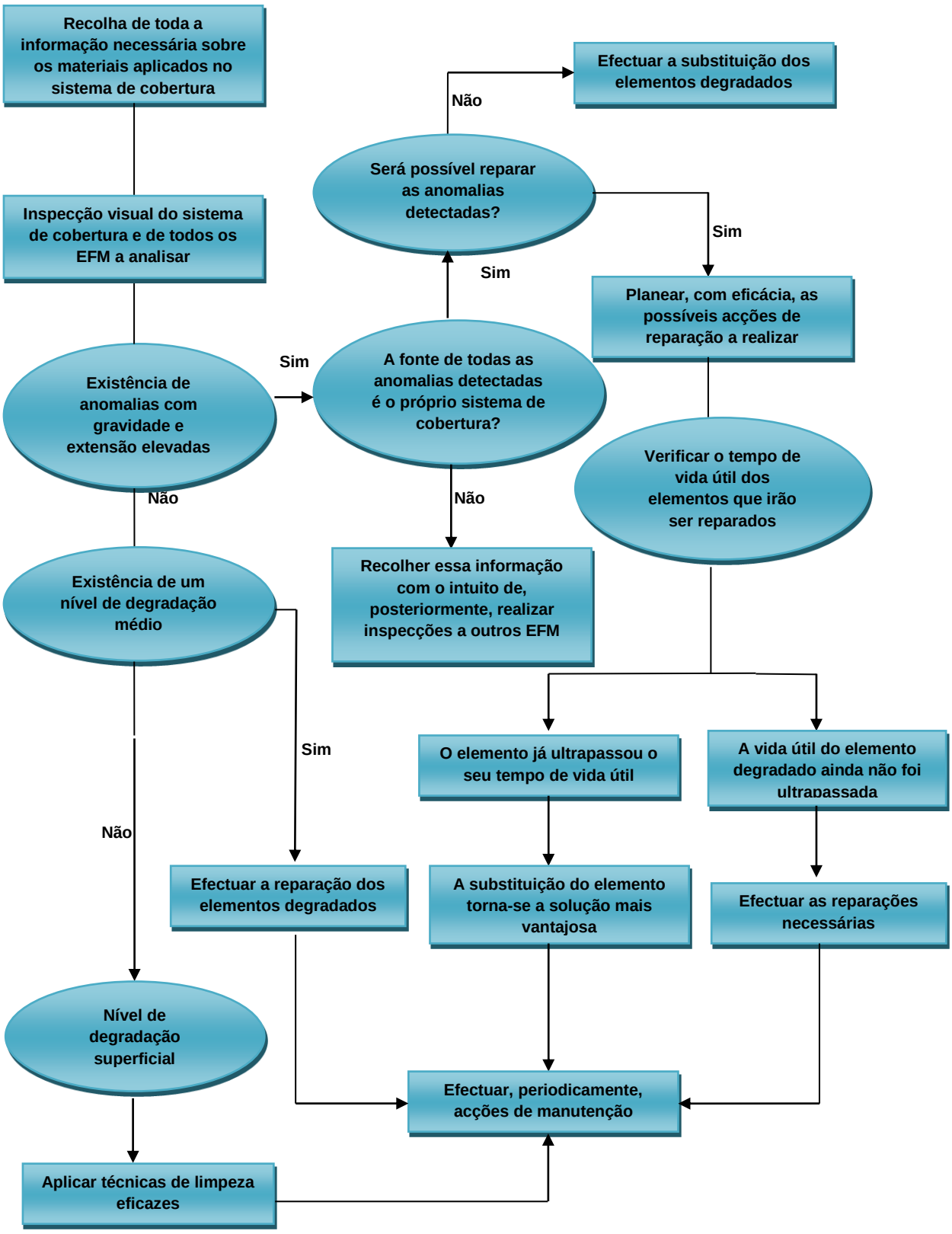


Figura 4.4 Proposta da metologia de inspecção de coberturas de edificios

A possibilidade de recorrer a métodos de diagnóstico com materiais especializados e meios de acesso adequados permite a realização de inspecções mais eficazes. Na Figura 4.4, ilustra-se todo o processo a efectuar durante uma inspecção, o qual foi aplicado durante o trabalho de campo a desenvolver nesta

dissertação. O processo de inspecção baseia-se na análise do estado de degradação dos elementos fonte de manutenção, com o intuito de, posteriormente, planear acções de manutenção preventivas ou correctivas. A vida útil do elemento e a possibilidade de reparar possíveis anomalias detectadas devem ser sempre analisadas, de modo a verificar a necessidade de reparação ou substituição do elemento.

Posteriormente à descrição das diversas acções a realizar durante uma inspecção, é necessário elaborar uma proposta de periodicidade dessas mesmas acções. Deste modo, com base em diversas referências bibliográficas expostas no Capítulo 3, são apresentadas nas Tabelas 4.21 e 4.22 as propostas de periodicidades que serão utilizadas nesta dissertação.

Tabela 4.21 Proposta de periodicidade de acções de manutenção predictivas de EFM de coberturas inclinadas

Sistema de cobertura inclinada				
EFM		**Periodicidade**	**Autores**	**Proposta**
Revestimento	Ardósia natural	Anual	PERRET (1995) e ABATE et al. (2009)	**Anual**
	Telha cerâmica	Anual	PERRET (1995), BARROS (2008) e ABATE et al. (2009)	**Bienal**
		Bienal	APPICER (1998), RODRIGUEZ (2005), FERREIRA (2009) e LEITE (2009)	
	Telha de micro-betão	6 anos	ABATE et al. (2009)	**6 anos**
	Fibrocimento / naturocimento	Anual	PERRET (1995) e BARROS (2008)	**Anual**
		Bienal	LEITE (2009)	
	Betuminoso	Anual	PERRET (1995) e ABATE et al. (2009)	**Anual**
	Metálico	Anual	PERRET (1995), HAPM (1999), BFCLM (1999), BARROS (2008) e ABATE et al. (2009)	**Anual**
	Plástico	Anual	PERRET (1995) e ABATE et al. (2009)	**Anual**
Estrutura de suporte		Decenal	PERRET (1995)	**Quinquenal**
		Bienal	PIRLA et al. (1999)	
		Anual	BARROS (2008)	
Sistema de ventilação		Semestral	APPICER (1998), RODRIGUEZ (2005) e FERREIRA (2009)	**Semestral**
		Quinquenal	LEITE (2009)	
Sistema de drenagem		Semestral	APPICER (1998), HAPM (1999), BFCLM (1999), RODRIGUEZ (2005), FERREIRA (2009) e ABATE et al. (2009)	**Semestral**
		Anual	BARROS (2008)	
		Bienal	LEITE (2009)	
Sistema de remates		Anual	APPICER (1998), RODRIGUEZ (2005), FERREIRA (2009)	**Bienal**
		Quinquenal	ABATE et al. (2009)	
		Bienal	LEITE (2009)	
Elementos de fixação		Anual	BARROS (2008)	**Anual**
Clarabóias e janelas		Anual	ALBANO (2005) e BARROS (2008)	**Anual**
Alvenarias da cobertura		Semestral	ALBANO (2005)	**Anual**
		Anual	BARROS (2008)	

A discrepância de periodicidade da telha de micro-betão, relativamente aos restantes tipos de revestimentos, reside no facto de apresentar uma vida útil e durabilidade bastante elevadas. A periodicidade

de inspecção de revestimentos de ardósia natural poderia ser superior à apresentada já que, tal como a telha em micro-betão, é um material consideravelmente durável e com uma vida útil elevada. No entanto, a aplicação deste tipo de materiais em edifícios correntes é cada vez menor, ou até mesmo inexistente, pelo que a monitorização regular do seu estado de conservação é essencial para o correcto funcionamento de todo o sistema de cobertura. Observando a Tabela 4.21 verifica-se que, para a maioria dos EFM a analisar, não existe qualquer descrição dos materiais aplicados. Deste modo, optou-se por apresentar periodicidades de inspecção generalistas, que poderão sofrer pequenas alterações consoante o material aplicado no sistema de cobertura. A estrutura de suporte apresenta uma frequência de inspecção inferior aos restantes EFM a analisar, pois não se encontra tão exposta à degradação

Em diversas referências bibliográficas, referem-se acções de inspecção e respectiva periodicidade a todo o sistema de cobertura, não especificando quais os EFM a analisar. Optou-se por não apresentar qualquer proposta de periodicidade para este tipo de inspecções mas encontram-se referenciadas no Capítulo 3 desta dissertação.

Tabela 4.22 Proposta de periodicidade de acções de manutenção predictivas de EFM de coberturas planas

Sistema de cobertura plana			
EFM	**Periodicidade**	**Autores**	**Proposta**
Estrutura de suporte	Bienal	PIRLA et al. (1999)	**Trienal**
	Trienal	RODRIGUEZ (2005) e FERREIRA (2009)	
Camada de impermeabilização	5, 10 ou 15 anos*	BARROS (2008)	**Quinquenal**
	Anual	PERRET (1995), ALBANO (2005), BARROS (2008) e LEITE (2009)	**Anual**
Camada de protecção	Trienal	HAPM (1999) e BFCLM (1999)	**Anual**
	Anual	PERRET (1995), ALBANO (2005), BARROS (2008) e LEITE (2009)	
Sistema de drenagem	Semestral	PIRLA et al. (1999), RODRIGUEZ (2005), HAPM (1999), BFCLM (1999) e FERREIRA (2009)	**Semestral**
	Anual	ALBANO (2005), BARROS (2008), ABATE et al. (2009) e LEITE (2009)	
Sistema de remates	Anual	ALBANO (2005), RODRIGUEZ (2005) e FERREIRA (2009)	**Anual**
Elementos de fixação	Anual	BARROS (2008)	**Anual**
Alvenarias da cobertura	Semestral	ALBANO (2005)	**Semestral**
	Anual	BARROS (2008)	

*representa a periodicidade de inspecção da camada de impermeabilização, caso não seja aplicada como sistema de protecção

Tal como referido, optou-se por não especificar a periodicidade de inspecção consoante o tipo de material a aplicar. Deste modo, os valores propostos poderão sofrer pequenas alterações, dependendo do critério do inspector ou entidade responsável.

Considerando o sistema de drenagem, optou-se por uma periodicidade menor (semestral), pois é um elemento sujeito a diversos factores de degradação, cuja possibilidade de provocar um ineficaz funcionamento de todo o sistema é muito elevada.

A estrutura de suporte apresenta uma periodicidade de inspecção trienal pois, tal como em coberturas inclinadas, é um elemento pouco susceptível à degradação. Os materiais aplicados no elemento em causa apresentam uma durabilidade considerável, pelo que a sua inspecção não é tão prioritária.

4.4.2.2. Planeamento de acções preventivas

Nos capítulos anteriores, descreveram-se as diversas operações de manutenção preventiva, demonstrando-se a influência de cada uma na vida útil e no desempenho do elemento a analisar. KYLER & KALINGER (1997) referem que uma cobertura submetida a uma manutenção ineficaz (incluindo medidas preventivas) poderá sofrer uma diminuição de 18 a 20% da sua vida útil em comparação com uma cobertura em situações normais. Nas Tabelas 4.23 e 4.24, apresentam-se as diversas acções preventivas em coberturas inclinadas.

Tabela 4.23 Proposta de acções preventivas dos EFM de coberturas inclinadas

Coberturas inclinadas		
EFM	**Tipo de intervenção preventiva**	**Descrição da intervenção**
Revestimento	Limpeza	Limpeza com jacto de água, ar comprimido ou escovagem manual do revestimento, de modo a eliminar sujidade superficial, acumulação de detritos e vegetação parasitária
	Intervenções ligeiras	Remoção da corrosão e aplicação de produtos anticorrosivos (revestimentos metálicos). Aplicação de produtos anti-fungicidas. Tratamento de pequenas fissurações.
	Intervenções profundas / substituição	Reparação de zonas do revestimento com uma degradação considerável. Substituição de elementos danificados / partidos. Substituição total do revestimento caso seja necessário (nível de degradação muito elevado) ou no final da sua vida útil
Estrutura de suporte	Limpeza	Limpeza com jacto de água, ar comprimido ou escovagem manual da estrutura de suporte, de modo a eliminar sujidade superficial
	Intervenções ligeiras	Remoção da corrosão e aplicação de produtos anticorrosivos (estrutura de suporte metálica). Aplicação de produtos fungicidas, insecticidas e anti-térmitas (estrutura em madeira). Reparação pontual de elementos defeituosos
	Intervenções profundas / substituição	Reparação / substituição generalizada caso o estado de degradação do elemento seja consideravelmente elevado. Substituição total da estrutura de suporte caso se preveja necessário ou no fim da sua vida útil
Sistema de ventilação	Limpeza	Desobstrução dos pontos de ventilação, de modo a permitir o seu correcto funcionamento
	Intervenções ligeiras	Não aplicável
	Intervenções profundas / substituição	Reparação dos pontos de ventilação que apresentem um estado de degradação considerável. Caso se verifique mais vantajoso, substituição dos pontos de ventilação que demonstrem, até à data, um funcionamento ineficaz.
Sistema de drenagem	Limpeza	Limpeza com jacto de água, ar comprimido ou escovagem manual do sistema de drenagem, de modo a eliminar sujidade superficial e acumulação de detritos
	Intervenções ligeiras	Tratamento de pequenas fissuras e infiltrações. Aplicação de produtos anti-corrosivos em sistemas metálicos. Aplicação de produtos anti-fungicidas
	Intervenções profundas / substituição	Reparação de elementos cujo nível de degradação é consideravelmente elevado (elementos partidos ou com fissuração e infiltrações generalizada). Substituição do sistema caso se verifique ser mais vantajoso ou no final da sua vida útil
Sistema de remates	Limpeza	Limpeza com jacto de água, ar comprimido ou escovagem manual do sistema de drenagem, de modo a eliminar sujidade superficial, acumulação de detritos e vegetação parasitária
	Intervenções ligeiras	Reparação de pequenas fissuras ou infiltrações, empolamentos localizados
	Intervenções profundas / substituição	Reparação de fissurações generalizadas ou infiltrações. Caso se verifique ser vantajoso, substituição do sistema por materiais mais adequados e assim melhorar todo o funcionamento da cobertura

Tabela 4.24 Proposta de acções preventivas dos EFM de coberturas inclinadas (continuação)

Coberturas inclinadas		
EFM	**Tipo de intervenção preventiva**	**Descrição da intervenção**
Elementos de fixação	Limpeza	Não aplicável
	Intervenções ligeiras	Lubrificação e reajuste dos elementos (apertos / folgas)
	Intervenções profundas / substituição	Aplicação de produtos anti-corrosivos antecipadamente ao seu aparecimento. Caso se verifique um estado de degradação acentuado, substituição dos elementos de fixação por outros com características melhores, tendo em consideração a agressividade do meio
Clarabóias e janelas	Limpeza	Limpeza superficial das clarabóias e saídas de desenfumagem com produtos compatíveis com os materiais da estrutura e de preenchimento de juntas. Lubrificar os órgãos de manobra e afinar os fechos de abertura. Limpeza dos resíduos acumulados em zonas singulares (calhas e orifícios de drenagem)
	Intervenções ligeiras	Reparação de pequenas fissuras e perfurações. Caso existam infiltrações pontuais, também devem ser reparadas
	Intervenções profundas / substituição	Reparação / substituição de elementos partidos (principalmente do elemento translúcido). Reparação de anomalias no revestimento da caixilharia (pintura empolada, a escamar, corrosão). Caso se verifique ser vantajoso, substituir os elementos em causa e aplicar materiais de melhor qualidade
Alvenarias da cobertura	Limpeza	Limpeza com jacto de água, ar comprimido ou escovagem manual, com o intuito de eliminar a sujidade superficial, acumulação de detritos e vegetação parasitária. Implementação de produtos fungicidas e possivelmente anti-raízes
	Intervenções ligeiras	Reparação de anomalias pontuais da alvenaria e do revestimento, como fissuras e possíveis infiltrações. Aplicação de argamassas apropriadas, com o intuito de eliminar as anomalias em causa
	Intervenções profundas / substituição	Reparação de anomalias generalizadas (fissuração generalizada, fracturação, humidificação da alvenaria, infiltrações profundas), que poderão prejudicar não só o elemento em causa, como o restante sistema de cobertura. Caso se verifique ser vantajoso, adoptar a substituição parcial ou total do elemento

De acordo com VERITAS (1993) e LOPES (2009), relativamente aos revestimentos metálicos e plásticos, dependendo do material aplicado, deve-se aplicar diferentes soluções de limpeza. O alumínio anodizado pode ser limpo com o recurso a uma esponja humedecida, nas zonas onde a sujidade é apenas superficial. Nos locais onde a sujidade apresente uma consistência e aderência ao suporte consideráveis, deve-se adoptar por uma lavagem com água e detergente e posteriormente deve-se aplicar uma solução de cloroetileno.

A sujidade depositada sobre o aço galvanizado lacado e alumínio lacado deve ser limpa com água corrente e um solvente neutro, já que é um material incompatível com lavagens ácidas ou básicas e produtos abrasivos. Considerando a possibilidade de uma perda de espessura do revestimento, a sujidade mais profunda deve ser retirada com pano embebido em solvente mineral e posteriormente uma limpeza cuidada e passagem de água no final.

O aço inoxidável de ser limpo com uma esponja embebida com um solvente neutro e posterior aplicação de água abundante, de modo a eliminar quaisquer resíduos do solvente utilizado. Os restantes elementos metálicos podem ser limpos com base na aplicação de jacto de água. Nos locais onde a sujidade apresente uma aderência maior, devem-se aplicar produtos químicos. As chapas em fibra de vidro devem ser limpas

com uma esponja húmida, detergente neutro e posterior passagem apenas com água. A sujidade mais aderente pode ser eliminada através da aplicação de produtos apropriados a este material (terebintina ou *white spirit*).

Relativamente aos revestimentos em PVC, podem ser limpos com água corrente e um detergente líquido. Posteriormente, aplica-se uma lavagem geral, com o intuito de eliminar quaisquer produtos susceptíveis de degradar prematuramente o revestimento após a limpeza. A sujidade mais aderente pode ser eliminada através da aplicação de produtos apropriados a este material (terebintina ou *white spirit*).

Tendo em consideração os restantes materiais passíveis de serem aplicados em revestimentos de coberturas inclinadas (ardósia natural, telha cerâmica e micro-betão e chapas de fibrocimento / naturocimento), o processo de limpeza pode ser efectuado por métodos mecânicos ou químicos. Deste modo, podem ser utilizados métodos como escovagem manual, jacto de água com ou sem abrasivo, método húmido, jacto de ar comprimido e produtos químicos como anti-fungicidas. Os métodos em causa possibilitam a eliminação da sujidade superficial e colonização biológica / vegetação parasitária.

A remoção da corrosão e o restabelecimento da protecção anti-corrosiva dos revestimentos metálicos é considerada, por diversos autores, uma intervenção preventiva com uma importância acrescida, já que pode prolongar a vida útil do material, reduzindo os custos de reparação envolvidos. A existência de corrosão provoca a sua perda de funcionalidade, danos em bens materiais e contaminação do meio ambiente. Em situações limite (estado de degradação muito elevado devido à corrosão), é necessária a substituição de todo o elemento. Quando se exija uma intervenção neste âmbito, a superfície deve ser limpa, removendo todo o material afectado pela corrosão, através da lixiviação, vapor ou água quente a pressão e produtos tensioactivo. Um outro método complementar resume-se à escovagem da superfície adicionando água quente ou água fria com um solvente alcalino. Posteriormente, pode ser novamente pintado, estabelecendo-se a protecção anti-corrosiva inicial.

A substituição total do revestimento de uma cobertura inclinada é recomendada quando se verifica uma significativa falta de qualidade do material aplicado (nível de degradação do elemento muito acentuado, ou seja, fissuração, fracturação ou descasque generalizados). A substituição parcial apenas se verifica em situações com anomalias pontuais (pequenas fissurações ou fracturações).

Tal como nos revestimentos, também nas estruturas metálicas de suporte são necessários diversos cuidados, com o intuito de evitar corrosão generalizada, apesar de o elemento em causa não estar tão exposto aos agentes de degradação. O processo anti-corrosivo é análogo ao aplicado em revestimentos mas, na maioria dos casos, não é necessário qualquer tipo de protecção pois não estão sujeitos a tantos factores agressivos, em comparação com os revestimentos.

Relativamente às estruturas de suporte em madeira, é necessário ter em especial atenção o ataque de insectos xilófagos e fungos de podridão. Nos elementos em que a madeira esteja muito afectada por estes seres, colocando em causa o eficaz funcionamento de todo o sistema de cobertura, deve-se proceder à substituição total do elemento. Por outro lado, em casos pontuais e de acordo com APPLETON (2003), devem-se usar produtos termoplásticos e posteriormente fungicidas, insecticidas ou termicidas. Antes da

aplicação do produto, a estrutura deve ser adequadamente limpa de modo a não apresentar poeiras e gorduras.

Relativamente ao sistema de ventilação, verificou-se que são elementos sujeitos apenas a acções de limpeza e intervenções profundas. Na maioria das situações, verifica-se ser mais vantajosa a substituição parcial ou total do sistema de ventilação, de modo a prolongar o eficaz funcionamento de toda a cobertura. Analogamente, a limpeza dos elementos de fixação e restantes elementos metálicos existentes na cobertura é um tipo de intervenção que não faz sentido, já que as principais anomalias existentes nestes elementos são a corrosão e a perda de funcionalidade (folgas), pelo que se recorre à partida a intervenções ligeiras (lubrificação e reajuste do elemento) ou profundas (aplicação de produtos anti-corrosivos ou substituição dos elementos caso se verifique um nível de degradação muito acentuado), associadas à própria limpeza. Para evitar o ataque corrosivo nos elementos metálicos, os mesmos não devem acumular resíduos na superfície e todos os depósitos encontrados devem ser removidos durante as manutenções. A intervenção deve ser realizada com base no estado em que o processo corrosivo se encontra. Deve-se efectuar a limpeza no local e, se a estrutura não estiver comprometida, deve-se aplicar produtos apropriados e, caso existam furos devido à corrosão, deve-se cobrir o elemento metálico em causa com a aplicação de um selante especial.

Tal como referido, os elementos de alvenaria são sujeitos a diversos factores de degradação, pelo que devem ser planeadas eficazes acções de manutenção, de modo a impedir a sua degradação prematura. A limpeza deve ser efectuada com esponjas húmidas e produtos hidrófugos, aumentando assim a permeabilidade do material. O recurso a jacto de água e escovagem com detergente neutro pode ser uma solução distinta da referida e passível de ser aplicada neste tipo de elemento. Nas Tabelas 4.25 e 4.26, são apresentadas as diversas acções preventivas em coberturas planas.

Tabela 4.25 Proposta de acções preventivas dos EFM de coberturas planas

Coberturas planas		
EFM	**Tipo de intervenção preventiva**	**Descrição da intervenção**
Estrutura de suporte	Limpeza	Caso seja possível, limpeza com jacto de água ou escovagem manual, de modo a eliminar a sujidade superficial e acumulação de detritos
	Intervenções ligeiras	Aplicação de produtos anti-corrosivos, anti-fungicidas e anti-térmitas, dependendo do material aplicado na estrutura de suporte. Reparação de anomalias com gravidade e extensão pouco consideráveis
	Intervenções profundas / substituição	Reparação / substituição generalizada caso o estado de degradação do elemento seja consideravelmente elevado. Substituição total da estrutura de suporte caso se preveja necessário ou no fim da sua vida útil
Camada de impermeabilização	Limpeza	Limpeza com jacto de água, ar comprimido ou escovagem manual da camada de impermeabilização, de modo a eliminar sujidade superficial, acumulação de detritos e vegetação parasitária, caso a impermeabilização seja auto-protegida
	Intervenções ligeiras	Aplicação de produtos anti-fungicidas ou anti-raízes de modo a prevenir o seu aparecimento. Reparação de fissuras, empolamentos, descolamentos localizados
	Intervenções profundas / substituição	Reparação de anomalias com gravidade considerável e cuja extensão seja elevada. Caso se verifique uma degradação considerável, substituição total da camada de impermeabilização e aplicação de materiais mais adequados

Tabela 4.26 Proposta de acções preventivas dos EFM de coberturas planas (continuação)

Coberturas planas		
EFM	**Tipo de intervenção preventiva**	**Descrição da intervenção**
Camada de protecção	Limpeza	Limpeza com jacto de água, ar comprimido ou escovagem manual da camada de protecção, de modo a eliminar sujidade superficial, acumulação de detritos e vegetação parasitária
	Intervenções ligeiras	Reparação de pequenas fissuras ou desprendimentos localizados
	Intervenções profundas / substituição	Reparação com gravidade e extensão elevadas e que prejudicam consideravelmente a funcionalidade do sistema. Substituição parcial ou total do elemento caso se verifique um estado de degradação muito acentuado
Sistema de drenagem	Limpeza	Limpeza com jacto de água, ar comprimido ou escovagem manual do sistema de drenagem, de modo a eliminar sujidade superficial e acumulação de detritos
	Intervenções ligeiras	Tratamento de pequenas fissuras e infiltrações. Aplicação de produtos anti-corrosivos em sistemas metálicos. Aplicação de produtos anti-fungicidas
	Intervenções profundas / substituição	Reparação de elementos cujo nível de degradação é consideravelmente elevado (elementos partidos ou com fissuração e infiltrações generalizada). Substituição do sistema caso se verifique ser mais vantajoso ou no final da sua vida útil
Sistema de remates	Limpeza	Limpeza com jacto de água, ar comprimido ou escovagem manual do sistema de drenagem, de modo a eliminar sujidade superficial, acumulação de detritos e vegetação parasitária
	Intervenções ligeiras	Reparação de pequenas fissuras ou infiltrações, empolamentos localizados
	Intervenções profundas / substituição	Reparação de fissurações generalizadas ou infiltrações. Caso se verifique vantajoso, substituir o sistema por materiais mais adequados e assim melhorar todo o funcionamento da cobertura
Elementos de fixação	Limpeza	Não aplicável
	Intervenções ligeiras	Lubrificação e reajuste dos elementos (apertos / folgas)
	Intervenções profundas / substituição	Aplicação de produtos anti-corrosivos antecipadamente ao seu aparecimento. Caso se verifique um estado de degradação acentuado, substituição dos elementos de fixação por outros com características melhores, tendo em consideração o meio de agressividade
Alvenarias da cobertura	Limpeza	Limpeza com jacto de água, ar comprimido ou escovagem manual, com o intuito de eliminar a sujidade superficial, acumulação de detritos e vegetação parasitária. Implementação de produtos fungicidas e possivelmente anti-raízes
	Intervenções ligeiras	Reparação de anomalias pontuais da alvenaria e do revestimento, como fissuras e possíveis infiltrações. Aplicação de argamassas apropriadas, com o intuito de eliminar as anomalias em causa
	Intervenções profundas / substituição	Reparação de anomalias generalizadas (fissuração generalizada, fracturação, humidificação da alvenaria, infiltrações profundas), que poderão prejudicar o elemento em causa, assim como o restante sistema de cobertura. Caso se verifique ser vantajoso, adoptar a substituição parcial ou total do elemento

Relativamente às estruturas de suporte em madeira, é necessário ter em especial atenção o ataque de insectos xilófagos e fungos de podridão (tal como em coberturas inclinadas). Caso a madeira esteja muito afectada por estes seres, colocando em causa o eficaz funcionamento de todo o sistema de cobertura, deve-se proceder à substituição total do elemento.

Os elementos metálicos devem ser sujeitos a acções de inspecção e manutenção periódicas e bem definidas, com o intuito de evitar a sua corrosão. Os processos de intervenção são semelhantes aos referidos em coberturas inclinadas.

Tal como referido no Capítulo 3, a camada de impermeabilização é um elemento muito susceptível à degradação, principalmente quando não existe qualquer tipo de protecção na cobertura. Deste modo, devem ser alvo de intervenções planeadas, com o intuito a evitar o aparecimento de anomalias que poderão comprometer todo o funcionamento do sistema de cobertura. Na Figura 4.5 é apresentado o planeamento de uma estratégia de manutenção preventiva.

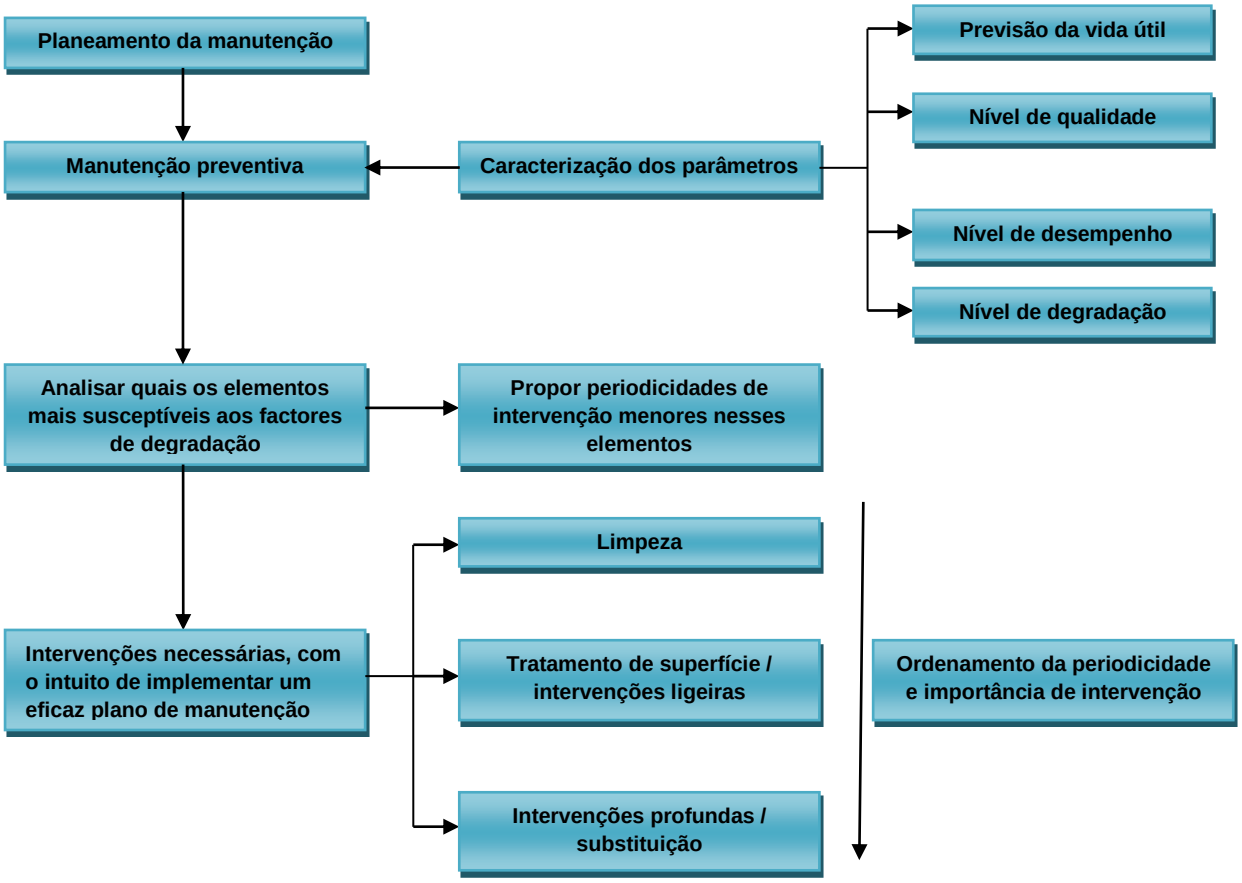


Figura 4.5 Planeamento de uma estratégia de manutenção preventiva de coberturas de edifícios

Com base na descrição das diversas intervenções preventivas em coberturas inclinadas e planas, é necessário referir a periodicidade das mesmas. O planeamento temporal é uma mais valia na definição de um política de manutenção pró-activa, contribuindo para o eficaz plano de manutenção e inspecção. Apesar do planeamento proposto ser para um horizonte de projecto de 50 anos (vida útil de projecto prevista para edifícios correntes), diversos documentos analisados apresentam periodicidades de intervenções profundas / substituição superiores a esse valor.

Na proposta de periodicidades de intervenção apresentada nas tabelas seguintes, admite-se que, sempre que o elemento atingir o fim da vida útil, se procede a sua substituição. No entanto, se o elemento apresentar um nível de degradação consideravelmente elevado antes desse período, o mesmo deverá ser substituído, mesmo que desempenhe as funções mínimas para as quais foi concebido.

Tabela 4.27 Proposta de periodicidade de acções de manutenção preventiva de coberturas inclinadas

EFM		Operação de manutenção	Periodicidade recomendada	Autores	Proposta de intervenção
Revestimentos	Ardósia natural	Limpeza	Sempre que necessário	PERRET (1995)	**Anual**
			Anual	BARROS (2008) e ABATE et al. (2009)	
			Semestral	HAPM (1999) e BFCLM (1999)	
		Intervenções ligeiras	Quinquenal	PERRET (1995)	**Quinquenal**
		Intervenções profundas	20 anos	PERRET (1995) e ABATE et al. (2009)	**20 anos**
	Telha cerâmica	Limpeza	Sempre que necessário	PERRET (1995)	**Anual**
			Anual	APPICER (1998), PIRLA et al. (1999), RODRIGUEZ (2005), BARROS (2008) e ABATE et al. (2009)	
			Semestral	HAPM (1999) e BFCLM (1999)	
			Bienal	LEITE (2009)	
		Intervenções ligeiras	7 anos	PERRET (1995)	**Quinquenal**
			5, 10 ou 15 anos	BARROS (2008)	
			Bienal	LEITE (2009)	
		Intervenções profundas	15 anos	PERRET (1995)	**15 a 20 anos**
			Sempre que necessário	HAPM (1999) e BFCLM (1999)	
			20 anos	ABATE et al. (2009)	
	Telha de micro-betão	Limpeza	Semestral	HAPM (1999) e BFCLM (1999)	**Anual**
			6 anos	ABATE et al. (2009)	
		Intervenções ligeiras	16 anos	1/3 da vida útil	**16 anos**
		Intervenções profundas	25 anos	ABATE et al. (2009)	**25 anos**
	Fibrocimento	Limpeza	Sempre que necessário	PERRET (1995)	**Anual**
			Semestral	HAPM (1999) e BFCLM (1999)	
			Anual	PIRLA et al. (1999) e BARROS (2008)	
			Bienal	LEITE (2009)	
		Intervenções ligeiras	Trienal	PERRET (1995)	**Quinquenal**
			5, 10 ou 15 anos	BARROS (2008)	
		Intervenções profundas	Decenal	PERRET (1995)	**5 a 10 anos**
			Quinquenal	PIRLA et al. (1999)	
			Sempre que necessário	HAPM (1999) e BFCLM (1999)	

Tabela 4.28 Proposta de periodicidade de acções de manutenção preventiva de coberturas inclinadas (continuação)

EFM		Operações de manutenção	Periodicidade recomendada	Autores	Proposta de intervenção
Revestimento	Betuminoso	Limpeza	Sempre que necessário	PERRET (1995)	**Anual**
			Semestral	HAPM (1999) e BFCLM (1999)	
			Anual	PIRLA et al. (1999) e ABATE e tal. (2009)	
		Intervenções ligeiras	Bienal	PERRET (1995)	**Trienal**
			Quinquenal	ABATE et al. (2009)	
		Intervenções profundas	7 anos	PERRET (1995)	**Decenal**
			Decenal	ABATE et al. (2009)	
	Metálico	Limpeza	Sempre que necessário	PERRET (1995)	**Anual**
			Semestral	HAPM (1999) e BFCLM (1999)	
			Anual	PIRLA et al. (1999), BARROS (2008) e ABATE e tal. (2009)	
		Intervenções ligeiras	3 a 5 anos	PERRET (1995)	**Quinquenal**
			Quinquenal	ALBANO (2005) e ABATE e tal. (2009)	
			Bienal	LEITE (2009)	
		Intervenções profundas	5 a 15 anos	PERRET (1995)	**15 a 20 anos**
			5 a 10 anos	ALBANO (2005)	
			20 anos	ABATE e tal. (2009)	
	Plástico	Limpeza	Sempre que necessário	PERRET (1995)	**Anual**
			Anual	PIRLA et al. (1999) e ABATE et al. (2009)	
		Intervenções ligeiras	Quinquenal	PERRET (1995) e ABATE et al. (2009)	**Quinquenal**
		Intervenções profundas	Quinquenal	PERRET (1995)	**5 a 10 anos**
			Decenal	ABATE et al. (2009)	
Estrutura de suporte	Madeira	Limpeza	Quinquenal	ALBANO (2005)	**Quinquenal**
		Intervenções ligeiras	Decenal	PERRET (1995)	**Quinquenal**
			Quinquenal	PIRLA et al. (1999)	
			Sempre que necessário	BARROS (2008)	
		Intervenções profundas	25 anos	PERRET (1995)	**25 anos**
			25 a 40 anos	BARROS (2008)	
	Metálica	Limpeza	Quinquenal	ALBANO (2005)	**Quinquenal**
		Intervenções ligeiras	Decenal	PERRET (1995)	**Decenal**
			Sempre que necessário	BARROS (2008)	
		Intervenções profundas	25 anos	PERRET (1995)	**25 anos**
			25 a 40 anos	BARROS (2008)	

Tabela 4.29 Proposta de periodicidade de acções de manutenção preventiva de coberturas inclinadas (continuação)

EFM		Operações de manutenção	Periodicidade recomendada	Autores	Proposta de intervenção
Estrutura de suporte	Betão armado	Limpeza	Quinquenal	ALBANO (2005)	**Quinquenal**
		Intervenções ligeiras	Decenal	PERRET (1995)	**Decenal**
			Sempre que necessário	BARROS (2008)	
		Intervenções profundas	25 anos	PERRET (1995)	**30 anos**
			30 a 50 anos	BARROS (2008)	
Sistema de ventilação		Limpeza	Semestral	APPICER (1998), RODRIGUEZ (2005) e FERREIRA (2009)	**Semestral**
			Sempre que necessário	HAPM (1999) e BFCLM (1999)	
			Anual	BARROS (2008)	
		Intervenções profundas	15 anos	PERRET (1995)	**15 anos**
			10 a 20 anos	BARROS (2008)	
Sistema de drenagem		Limpeza	Semestral	APPICER (1998), PIRLA et al. (1999), HAPM (1999), BFCLM (1999), ALBANO (2005), RODRIGUEZ (2005) e FERREIRA (2009)	**Semestral**
			Anual	BARROS (2008) e ABATE et al. (2009)	
		Intervenções ligeiras	Sempre que necessário	ALBANO (2005) e BARROS (2008)	**Sempre que necessário**
		Intervenções profundas	7 anos	ALBANO (2005)	**Quinquenal**
			Quinquenal	ABATE et al. (2009)	
Sistema de remates		Limpeza	Sempre que necessário	PERRET (1995)	**Anual**
			Anual	APPICER (1998), RODRIGUEZ (2005) e FERREIRA (2009)	
			Bienal	LEITE (2009)	
		Intervenções ligeiras	Quinquenal	PIRLA et al. (1999)	**Quinquenal**
		Intervenções profundas	15 anos	HAPM (1999) e BFCLM (1999)	**15 anos**
Elementos de fixação / elementos metálicos		Limpeza	Anual	ALBANO (2005)	**Anual**
		Intervenções ligeiras	Quinquenal	ALBANO (2005)	**Quinquenal**
			5 a 10 anos	BARROS (2008)	
		Intervenções profundas	Sempre que necessário	ALBANO (2005) e BARROS (2008)	**Sempre que necessário**

Relativamente ao revestimento aplicado no sistema de cobertura e respectiva estrutura de suporte, optou-se por distinguir as periodicidades de intervenção, tendo em consideração o tipo de material aplicado, pois como se pode verificar nas Tabelas 4.27 e 4.28, os valores são relativamente discrepantes. No entanto, para os restantes EFM de uma cobertura, não se verificou essa necessidade, pois com base nas referências bibliográficas consultadas, as periodicidades de intervenção são semelhantes.

Tabela 4.30 Proposta de periodicidade de acções de manutenção preventiva de coberturas inclinadas (continuação)

EFM	Tipo de intervenção	Periodicidade recomendada	Autores	Proposta de intervenção
Clarabóias e janelas	Limpeza	Semestral	ALBANO (2005)	**Semestral**
		Anual	BARROS (2008) e ABATE et al. (2009)	
	Intervenções ligeiras	Quinquenal	PIRLA et al. (1999) e ALBANO (2005)	**Quinquenal**
		Sempre que necessário	BARROS (2008)	
	Intervenções profundas	Decenal	ALBANO (2005)	**Decenal**
		6 anos	ABATE et al. (2009)	
Alvenarias da cobertura	Limpeza	Anual	ALBANO (2005)	**Anual**
	Intervenções ligeiras	11 anos	ALBANO (2005)	**11 anos**
	Intervenções profundas	25 anos	ALBANO (2005)	**25 anos**

Relativamente à limpeza do elemento em análise, optou-se por propor uma periodicidade de intervenção anual para revestimentos (independentemente do tipo de revestimento) e sistema de remates, quinquenal para estruturas de suporte e semestral para o sistema de drenagem e ventilação. Os sistemas de drenagem e ventilação são elementos que poderão prejudicar gravemente o correcto funcionamento de todo o sistema de cobertura, caso não sejam sujeitos a intervenções periódicas.

A presença de detritos e sujidade superficial é muito frequente neste tipo de elementos, pelo que as intervenções referidas devem apresentar periodicidades menores relativamente aos restantes elementos. Por outro lado, a estrutura de suporte (independentemente do tipo de material aplicado) não é tão susceptível aos agentes de degradação, pelo que as acções de limpeza e restantes tipos de intervenção apresentam periodicidades superiores. De referir que este tipo de elementos apresenta resistência e durabilidade superiores.

Tal como referido, não se verifica ser necessária a existência de intervenções ligeiras em sistemas de ventilação. Caso se verifique degradação neste tipo de elementos, os mesmos devem ser sujeitos, de acordo com os documentos técnicos consultados, a intervenções profundas e substituição parcial ou total.

Caso as operações de intervenção ligeira coincidam ou se aproximem das operações de intervenção profunda ou substituição, sugere-se que as primeiras fiquem sem efeito, já que as acções mais pesadas podem englobar algumas dessas operações. O mesmo sucede com a substituição / reposição no fim da vida útil que se sobrepõe às intervenções ligeiras e profundas.

Nas Tabelas 4.31 e 4.32, apresentam-se as propostas de periodicidade de manutenção de EFM pertencentes a um sistema de coberturas planas.

Todos os valores apresentados vão ser posteriormente aferidos, tendo em consideração os resultados obtidos no trabalho de campo a realizar.

Tabela 4.31 Proposta de periodicidade de acções de manutenção preventiva de coberturas planas

EFM		Tipo de intervenção	Periodicidade recomendada	Autores	Proposta de intervenção
Estrutura de suporte	Madeira	Limpeza	Quinquenal	ALBANO (2005)	**Quinquenal**
		Intervenções ligeiras	Decenal	PERRET (1995)	**Quinquenal**
			Quinquenal	PIRLA et al. (1999)	
			Sempre que necessário	BARROS (2008)	
		Intervenções profundas	25 anos	PERRET (1995)	**25 anos**
			25 a 40 anos	BARROS (2008)	
	Metálica	Limpeza	Quinquenal	ALBANO (2005)	**Quinquenal**
		Intervenções ligeiras	Decenal	PERRET (1995)	**Decenal**
			Sempre que necessário	BARROS (2008)	
		Intervenções profundas	25 anos	PERRET (1995)	**25 anos**
			25 a 40 anos	BARROS (2008)	
	Betão armado	Limpeza	Quinquenal	ALBANO (2005)	**Quinquenal**
		Intervenções ligeiras	Decenal	PERRET (1995)	**Decenal**
			Sempre que necessário	BARROS (2008)	
		Intervenções profundas	25 anos	PERRET (1995)	**30 anos**
			30 a 50 anos	BARROS (2008)	
Camada de impermeabilização		Limpeza	Anual	PERRET (1995), ALBANO (2005), RODRIGUEZ (2005), BARROS (2008), ABATE et al. (2009), LEITE (2009) e FERREIRA (2009)	**Anual**
		Intervenções ligeiras	Sempre que necessário	PERRET (1995), ALBANO (2005) e BARROS (2008)	**Sempre que necessário**
			Bienal	LEITE (2009)	
		Intervenções profundas	20 anos	ALBANO (2005)	**20 anos**
			10 a 20 anos	BARROS (2008)	
			30 anos	ABATE et al. (2009)	
Camada de protecção		Limpeza	Anual	PERRET (1995), ALBANO (2005), RODRIGUEZ (2005), BARROS (2008), ABATE et al. (2009), LEITE (2009) e FERREIRA (2009)	**Anual**
		Intervenções ligeiras	Sempre que necessário	PERRET (1995), ALBANO (2005) e BARROS (2008)	**Sempre que necessário**
			Trienal	HAPM (1999) e BFCLM (1999)	
		Intervenções profundas	20 anos	ALBANO (2005)	**20 anos**
			10 a 20 anos	BARROS (2008)	

.

Tabela 4.32 Proposta de periodicidade de acções de manutenção preventiva de coberturas planas (continuação)

EFM	Tipo de intervenção	Periodicidade recomendada	Autores	Proposta de intervenção
Sistema de drenagem	Limpeza	Anual	PERRET (1995), BARROS (2008) e LEITE (2009)	**Semestral**
		Semestral	HAPM (1999), BFCLM (1999) PIRLA et al. (1999), ALBANO (2005), RODRIGUEZ (2005), ABATE et al. (2009) e FERREIRA (2009)	
	Intervenções ligeiras	7 anos	PERRET (1995)	**Sempre que necessário**
		Sempre que necessário	ALBANO (2005) e BARROS (2008)	
	Intervenções profundas	15 anos	HAPM (1999) e BFCLM (1999)	**Decenal**
		7 anos	ALBANO (2005)	
		Decenal	ABATE et al. (2009)	
Sistema de remates	Limpeza	Anual	ALBANO (2005), RODRIGUEZ (2005), ABATE et al. (2009), LEITE (2009) e FERREIRA (2009)	**Anual**
	Intervenções ligeiras	Quinquenal	PIRLA et al. (1999)	**Quinquenal**
	Intervenções profundas	15 anos	HAPM (1999) e BFCLM (1999)	**15 anos**
Elementos de fixação / elementos metálicos	Limpeza	Anual	ALBANO (2005)	**Anual**
	Intervenções ligeiras	Quinquenal	ALBANO (2005)	**Quinquenal**
		5 a 10 anos	BARROS (2008)	
	Intervenções profundas	Sempre que necessário	ALBANO (2005) e BARROS (2008)	**Sempre que necessário**
Alvenarias da cobertura	Limpeza	Anual	ALBANO (2005)	**Anual**
	Intervenções ligeiras	11 anos	ALBANO (2005)	**11 anos**
	Intervenções profundas	25 anos	ALBANO (2005)	**25 anos**

Tal como no sistema de coberturas inclinadas, a limpeza e restantes intervenções da estrutura de suporte apresentam uma periodicidade relativamente superior à dos restantes elementos a analisar. Relativamente à camada de impermeabilização, pode ser aplicada como material de protecção da cobertura (membranas auto-protegidas) ou simplesmente como uma camada interior do sistema. Caso seja aplicada como material de protecção, a sua degradação poderá ser consideravelmente mais prematura, pelo que as acções de manutenção terão de ser mais eficazes e com uma periodicidade menor. De modo a sintetizar a análise dos resultados que serão desenvolvidos no Capítulo 5, optou-se por apresentar periodicidades semelhantes, independentemente da "posição" da camada de impermeabilização relativamente às restantes. De referir que a proposta apresentada na Tabela 4.31 se encontra do lado da segurança, pois caso a camada de impermeabilização não seja aplicada como material de protecção, poderão ser evitadas anomalias graves que prejudicam o correcto funcionamento de todo o sistema de cobertura

Analogamente, considerou-se periodicidades de intervenção semelhantes no sistema de drenagem relativamente ao mesmo elemento em coberturas inclinadas. A eficaz manutenção deste elemento é fundamental para o correcto funcionamento de todo o sistema, pelas razões já referidas.

4.5. Considerações finais

A realização de uma metodologia de inspecção e manutenção, adequada ao elemento construtivo a analisar, permite definir as fases fundamentais para a implementação dos planos de inspecção e manutenção de coberturas de edifícios existentes e em projecto. Verificou-se que, para edifícios existentes, são necessárias inspecções detalhadas e acções de manutenção correctivas, com o intuito de restabelecer os níveis de desempenho do elemento construtivo em análise. Posteriormente, é possível a implementação de um plano de manutenção pró-activa, aplicável a qualquer tipo de edifícios. Relativamente à fase de inspecção detalhada, é necessário, numa primeira fase, identificar e caracterizar o edifício que será analisado e posteriormente definir a divisão dos EFM das coberturas, de modo a auxiliar o trabalho do inspector responsável. As fichas de inspecção elaboradas devem apresentar as anomalias existentes no sistema de cobertura em análise, respectivas causas, critérios de classificação de anomalias para posterior hierarquização de prioridades de intervenção e o tipo de medidas correctivas a executar.

A definição dos EFM das coberturas foi efectuada com base em diversas referências bibliográficas mas verifica-se a existência de outros elementos passíveis de serem alvo de manutenção. Relativamente a esses elementos, deixa-se ao critério do inspector a sua análise, pois são consideravelmente complicados de inspeccionar e intervir. Analogamente, os critérios de hierarquização de prioridades de intervenção foram definidos com base em bibliografia referente a fachadas (elemento pertencente à envolvente do edifício) e a outros elementos construtivos de um edifício, adaptando os processos em causa às coberturas. Com o intuito de implementar um eficaz plano de inspecção e manutenção, foram também apresentadas propostas de acções de manutenção pró-activas para coberturas. Deste modo, foi necessário definir as vidas úteis de cada elemento constituinte do sistema, as acções pró-activas e as respectivas periodicidades, com base em diversos documentos técnicos nacionais e internacionais. O processo de estimativa das vidas úteis consistiu simplesmente na ponderação das mesmas, tendo em consideração os valores máximos, mínimos e médios, obtidos com base nos diversos documentos técnicos apresentados no Capítulo 3. Seria possível a aplicação de outros métodos, como o factorial, resultando assim em valores mais exactos mas seria necessária uma análise exaustiva, nesse âmbito, de todos os elementos constituintes de uma cobertura, não sendo esse o objectivo desta dissertação.

A metodologia estabelecida neste capítulo apresenta um horizonte temporal de medidas pró-activas de 50 anos (vida útil de edifício corrente), o que significa que muitos dos elementos analisados terão de ser substituídos durante esse período de tempo. No entanto, constatou-se que, em casos específicos, é frequente que funcionem durante toda a vida útil do edifício. Este facto deve-se à vantagem de executar intervenções ligeiras e profundas nos diversos elementos constituintes. Caso se verifique ser necessário e vantajoso, os elementos em análise poderão ser sujeitos a substituição parcial ou total antes do final da sua vida útil. Em suma, pretende-se que o planeamento proposto permita o acompanhamento contínuo e eficaz de todos os EFM relevantes em coberturas de edifícios, com o intuito de controlar atempadamente o aparecimento e a propagação de anomalias, minimizando os trabalhos extraordinários e a degradação prematura de todo o sistema. A metodologia desenvolvida servirá de base aos casos de estudo reais que serão apresentados no Capítulo 5, com o intuito de validar a aplicabilidade da mesma.

5. Implementação do plano de inspecção e manutenção de coberturas

5.1. Considerações gerais

O presente capítulo apresenta o objectivo de calibrar o plano de inspecção e manutenção de coberturas de edifícios proposto nesta dissertação. Deste modo, foi realizado um trabalho de campo, o qual consistiu na inspecção de 60 coberturas, durantes os meses de Abril, Maio e Julho de 2011.

O procedimento aplicado às coberturas é idêntico ao proposto no Capítulo 4. Da realização de fichas de inspecção e manutenção, foi possível retirar dados fundamentais para a realização do planeamento, tais como: o ano de construção; a caracterização funcional; as intervenções de beneficiação ao longo da vida útil; o tipo de cobertura; os materiais aplicados nos elementos fonte de manutenção; as anomalias detectadas; a prioridade de intervenção e as acções correctivas para repor os níveis de qualidade e as necessidades de manutenção.

O levantamento do estado de degradação das coberturas foi efectuado por inspecção visual apenas, pois não é o objectivo desta dissertação o tratamento estatístico exaustivo da informação recolhida no trabalho de campo. Deste modo, o tratamento dos dados recolhidos tem como objectivo demonstrar como o plano de inspecção e manutenção apresentado pode ser implementado na prática.

Pretendeu-se, com esta implementação, aferir e validar o sistema classificativo de anomalias, as prioridades de intervenção, as propostas de manutenção correctiva e o planeamento das acções pró-activas.

5.2. Inspecção detalhada de elementos da cobertura

Como início do trabalho de campo realizado, foi efectuado um pequeno inquérito aos utentes e entidades responsáveis pelo condomínio, com o intuito de obter informações sobre as entidades responsáveis pela gestão de manutenção do edifício, a filosofia e registos das intervenções realizadas ao longo do tempo e as estratégias de manutenção seguidas.

Com base na informação recolhida, foi possível constatar que a responsabilidade pela gestão dos edifícios é efectuada através de contratação exterior ou recrutada internamente. A contratação exterior aplica-se maioritariamente em empreendimentos mais complexos, caso do Aeroporto de Lisboa (a empresa ANA, SA é responsável por todo o processo de manutenção). Nos edifícios de habitação inspeccionados, verificou-se que a gestão é garantida pelos próprios utentes, recorrendo a pequenos empreiteiros, caso haja necessidade de realizar acções de reparação. No entanto, em casos particulares (edifícios de maior dimensão), constatou-se o apoio administrativo e técnico de empresas na gestão dos condomínios.

À excepção dos edifícios de serviço, constatou-se a ausência de um plano de manutenção e inspecção em todos os casos analisados, realizando-se apenas acções correctivas (intervenção em caso de urgência ou após solicitação por parte dos utentes).

Apesar de terem sido efectuados diversos contactos (empreiteiros dos edifícios, utentes, responsáveis pela gestão do condomínio, arquivos da Câmara Municipal de Lisboa e Almada), verificou-se em diversos casos a não existência de qualquer registo de intervenções ao longo da vida útil do edifício. Apenas num caso específico se constou a existência de informações organizadas e descritivas das diversas inspecções e acções de reparação realizadas.

O conjunto de inspecções efectuadas teve como finalidade a validação da metodologia proposta no Capítulo 4. Tal como referido, a inspecção detalhada pode ser considerada a primeira etapa para a implementação de um eficaz plano de inspecção e manutenção. Deste modo, neste subcapítulo serão descritos os edifícios inspeccionados e respectivos elementos fonte de manutenção, a caracterização das anomalias detectadas e respectivas causas e, por fim, as acções de manutenção correctivas a efectuar, de modo a restabelecer os níveis de desempenhos adequados.

5.2.1. Caracterização geral dos edifícios e coberturas inspeccionados

A aplicação do plano de inspecção e manutenção de coberturas foi efectuada em 32 edifícios distintos, localizados em diversas zonas dos distritos de Lisboa e Setúbal.

Relativamente a um edifício de serviço inspeccionado, o mesmo, em termos de características, é muito diferente dos restantes, apresentando diversos tipos de coberturas. De todos os tipos de coberturas existentes, foram inspeccionadas 28 coberturas distintas (em termos de materiais aplicados e funcionalidade). Deste modo, o estudo em causa será efectuado, tendo em consideração as coberturas inspeccionadas e não propriamente apenas os edifícios, perfazendo uma área total de 45662 m^2.

De todos os casos de estudo analisados, verificou-se a predominância de coberturas inclinadas (57%), sendo os restantes 43% atribuídos a coberturas planas (Figura 5.1). Não foram inspeccionadas quaisquer coberturas mistas, durante o trabalho de campo realizado. No Anexo A.5.1 apresenta-se uma caracterização sintetizada das coberturas inspeccionadas.

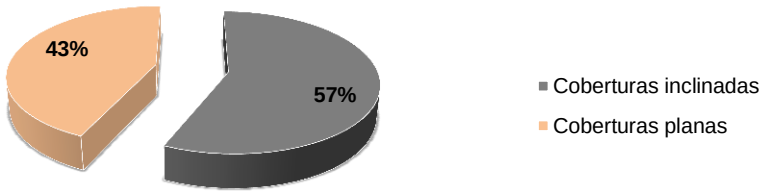


Figura 5.1 Distribuição da tipologia de coberturas inspeccionadas

Nas Figuras 5.2 e 5.3, ilustram-se exemplos dos dois tipos de sistemas inspeccionados. De realçar a dificuldade de acesso a diversas zonas de uma cobertura inclinada (demonstra-se na Figura 5.2 a inclinação excessiva da cobertura, apesar de apresentar zonas de circulação).

Figura 5.2 Exemplo de uma cobertura inclinada inspeccionada em Lisboa (cob. 15_i)

Figura 5.3 Exemplo de uma cobertura plana inspeccionada em Lisboa (cob. 14_{ii})

A selecção destes casos permitiu analisar zonas com diferentes agressividades, tipos de utilização, números de pisos, idades de construção e tipologias. As inspecções incidiram mais em edifícios com envolvente urbana (75%) e rural (16,7%), não esquecendo contudo a marítima (8,3%), apesar de com menor expressão (Figura 5.4). Em zonas costeiras, apenas foram inspeccionadas coberturas inclinadas.

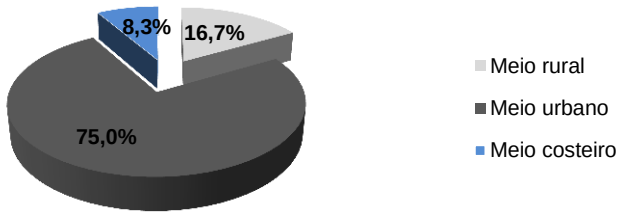


Figura 5.4 Tipo de envolvente local dos edifícios inspeccionados

A tipologia de utilização dos edifícios inspeccionados é, maioritariamente, de habitação (90,6%), sendo os restantes 9,4 % atribuídos a edifícios de serviço. As restantes tipologias de utilização não foram passíveis de serem inspeccionadas, devido às diversas dificuldades existentes na execução deste tipo de acções. No entanto, os 3 edifícios de serviço representam 50% das coberturas sujeitas a inspecções, ou seja, uma área de 19562 m^2 (Figura 5.5). Deste modo, demonstra-se um "peso" significativo de edifícios de serviço no estudo realizado.

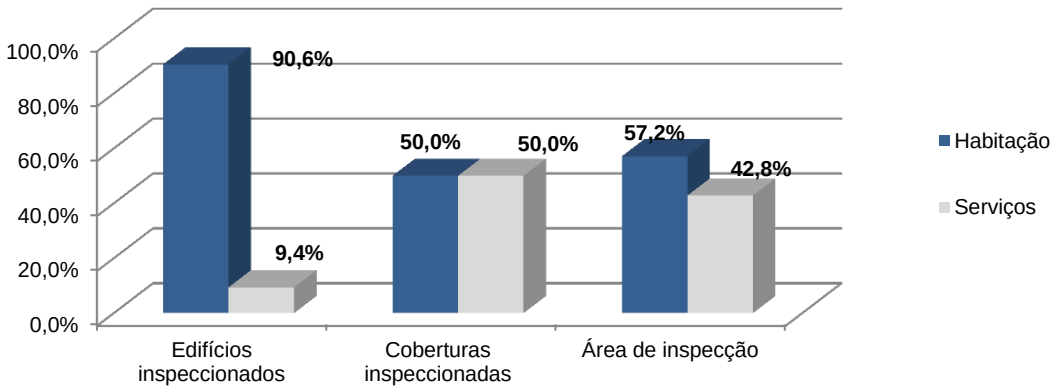


Figura 5.5 Tipologia de utilização dos edifícios, coberturas e áreas inspeccionados

Nas Figuras 5.6 e 5.7, ilustram-se exemplos de coberturas de edifícios de habitação e serviço, respectivamente. Ambos os edifícios são localizados em Lisboa, correspondendo à zona predominante relativamente a casos de estudo.

Figura 5.6 Cobertura plana de um edifício de habitação inspeccionado (cob. 2_{ii})

Figura 5.7 Cobertura inclinada de um edifício de serviço inspeccionado (cob. 20_{i})

As coberturas analisadas encontram-se em edifícios com alturas que vão desde 2 até 14 pisos. De todos os casos de estudo analisados, verifica-se a predominância de edifícios com 4 pisos, correspondendo a uma frequência relativa de 41% do total de edifícios inspeccionados (Figura 5.8).

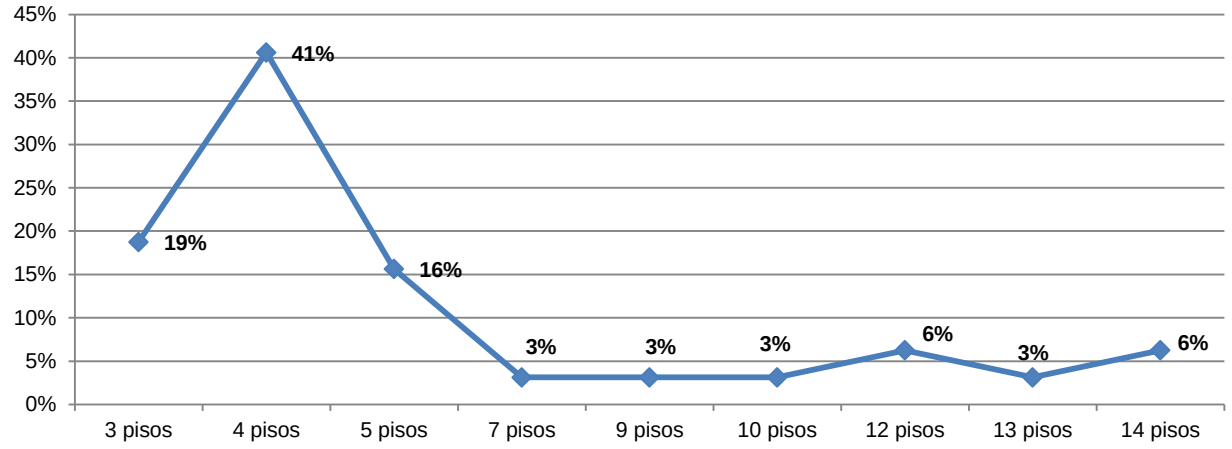


Figura 5.8 Frequência relativa do número de pisos dos edifícios inspeccionados

Segundo SILVA (2004), um edifício considera-se "recente" quando a data da sua conclusão é posterior a 1945. As coberturas inspeccionadas são, maioritariamente, "recentes" com 93,3% das inspecções realizadas.

No plano apresentado, constata-se a predominância de coberturas com menos de 30 anos, das quais a maioria já foi sujeita a acções de manutenção e beneficiação (Figura 5.9).

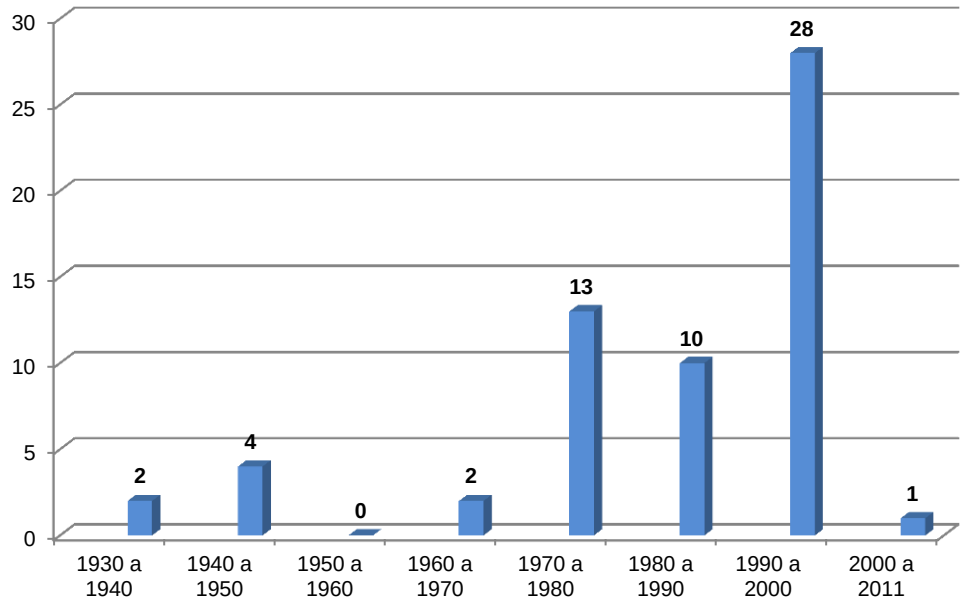


Figura 5.9 Data de conclusão da construção das coberturas inspeccionadas

Na Figura 5.10, são apresentados os anos de construção das coberturas inspeccionadas, dependendo dos dois tipos de sistemas existentes. Houve uma tentativa de inspeccionar sistemas de coberturas com idades semelhantes, com o intuito de comparar os possíveis níveis de degradação dos elementos fonte de manutenção.

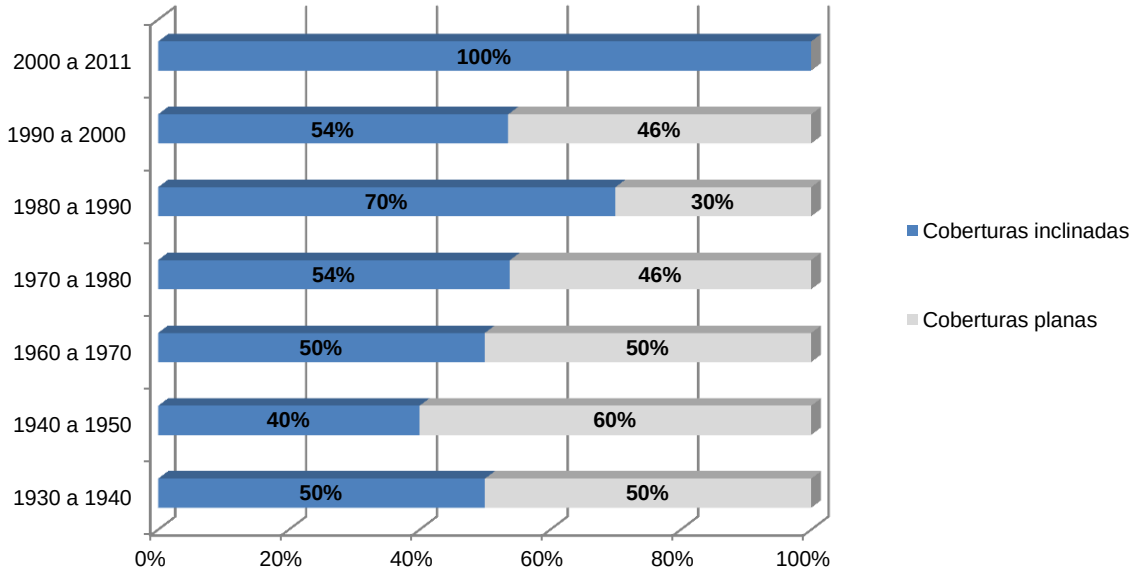


Figura 5.10 Distribuição de coberturas inspeccionadas em função do tipo de sistema e ano de construção

Tendo em consideração a forma das coberturas inclinadas e acessibilidade das coberturas planas, verificou-se uma diversidade considerável na amostra em estudo. A análise das características em causa foi uma mais valia para compreender o funcionamento de todo o sistema e possíveis anomalias detectadas durante as inspecções realizadas.

A tipologia das coberturas inclinadas inspeccionadas é, maioritariamente, de duas águas (73,5%), seguida de quatro águas (11,8%). Tal como referido, a predominância deste tipo de coberturas é notória em Portugal, pelo que se pode referir que a amostra recolhida retracta adequadamente a realidade. As coberturas em pavilhão e redondas não foram alvo deste processo de inspecção, devido às diversas dificuldades em aceder a esse tipo de edifícios e à própria informação construtiva do sistema (Figura 5.11).

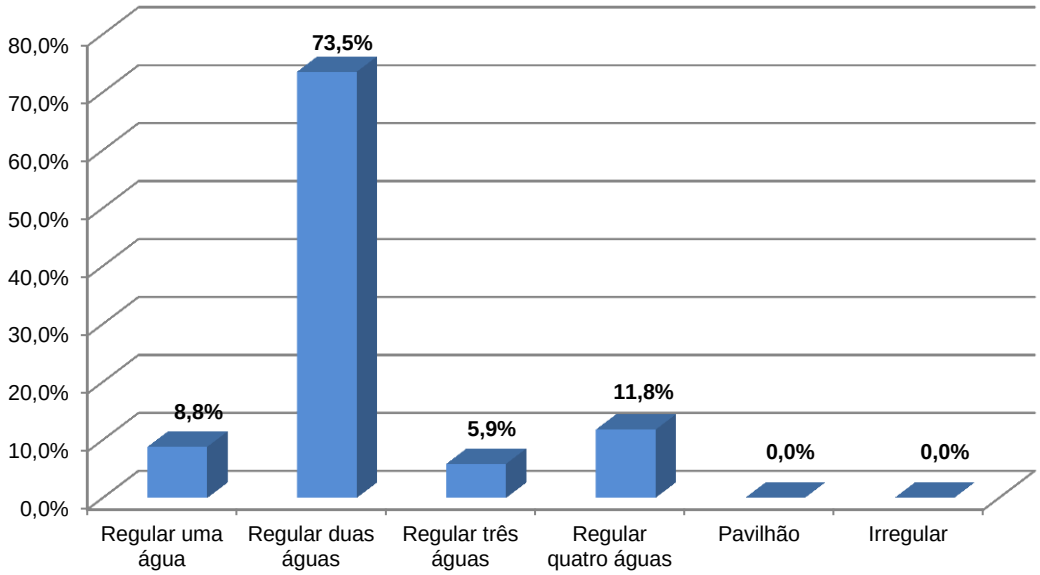


Figura 5.11 Frequência da forma das coberturas inclinadas sujeitas a inspecção

Na amostra analisada, verifica-se a predominância de coberturas planas não acessíveis (apenas para acções de manutenção), correspondendo a uma frequência relativa de 77% (Figura 5.12). O valor apresentado deve-se em especial às diversas coberturas de edifícios de serviço inspeccionadas.

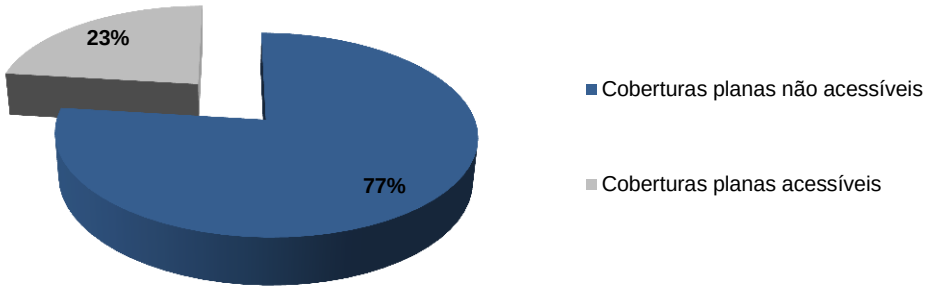


Figura 5.12 Acessibilidade das coberturas planas inspeccionadas

Nas Figuras 5.13 e 5.14, ilustram-se dois exemplos de coberturas planas localizadas em Lisboa mas que apresentam acessibilidade e tipologia diferentes.

Figura 5.13 Cobertura plana acessível de um edifício de habitação em Lisboa (cob. 25ii)

Figura 5.14 Cobertura plana não acessível de um edifício de serviço em Lisboa (cob. 11ii)

A implementação deste PIME a edifícios existentes foi realizada através de uma inspecção visual. Com o intuito de auxiliar a referida inspecção, foram registados nas fichas de inspecção todos os elementos necessários para o correcto diagnóstico, bem como efectuado o registo fotográfico.

5.2.2. Caracterização dos elementos fonte de manutenção

Tal como referido, as coberturas podem ser subdivididas em elementos fonte de manutenção. Deste modo, com o intuito de compreender toda a análise que será apresentada, na Tabela 5.1 resume-se os elementos fonte de manutenção estudados na amostra em causa.

Tabela 5.1 Elementos fonte de manutenção analisados durante as inspecções

Coberturas inclinadas	
Revestimento	Sistema de drenagem
Estrutura de suporte	Elementos de fixação e serralharia
Sistema de ventilação	Clarabóias e janelas
Sistema de remates	Elementos de alvenaria
Coberturas planas	
Estrutura de suporte	Sistema de drenagem
Camada de impermeabilização	Elementos de fixação e serralharia
Camada de protecção	Elementos de alvenaria
Sistema de remates	

Os elementos fonte de manutenção em causa apresentam outros níveis hierárquicos mas não se verificou relevante a sua descrição na Tabela 5.1, pois a proposta encontra-se desenvolvida no Capítulo 4.

Independentemente do tipo de cobertura inspeccionada (inclinada ou plana), verifica-se a predominância de estruturas de suporte em betão (48,3%), seguida de elementos metálicos e em madeira. As estruturas mistas e alvenaria apresentam uma presença muito reduzida no suporte de coberturas analisadas. No entanto, os dados recolhidos encontram-se próximos da realidade pois, tal como referido, os elementos em betão armado, madeira e metálicos são aplicados na maioria das coberturas existentes em Portugal. Analisando a amostra recolhida e de acordo com diversas referências bibliográficas, constata-se o declínio das estruturas de suporte em madeira a partir dos anos 80 e início dos anos 90 face às estruturas metálicas

e de betão. Por outro lado, as estruturas em betão conheceram o seu apogeu no intervalo de 1990 e 2000, sendo nos dias de hoje uma boa solução na execução do suporte da cobertura. As estruturas metálicas têm apresentado um crescimento cada vez maior, pela sua rápida aplicação e baixo peso próprio, comparados com os de betão.

A predominância de elementos em betão armado justifica-se, em parte, pela sua aplicação abundante em coberturas planas (Figura 5.15).

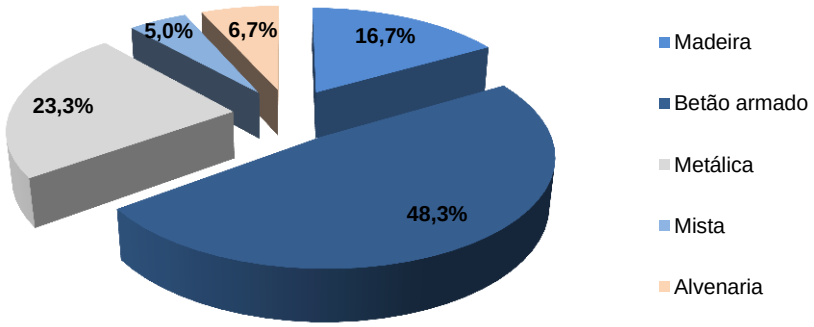


Figura 5.15 Frequência dos distintos materiais aplicados nas estruturas de suporte da amostra recolhida

Nas Figuras 5.16 e 5.17, é possível observar diferentes materiais utilizados nas estruturas de suporte analisadas. As figuras apresentadas são apenas ilustrativas, com o intuito de compreender melhor os elementos inspeccionados.

Figura 5.16 Estrutura de suporte em madeira de um edifício de habitação

Figura 5.17 Estrutura de suporte em betão armado de um edifício de serviço

Analogamente, o sistema de drenagem das coberturas analisadas é constituído, predominantemente, por elementos metálicos (75%), sendo os restantes 25% atribuídos aos elementos em plástico (15%) e alvenaria (10%). Nas Figuras 5.18 e 5.19, é possível observar distintos materiais (vidas úteis diferentes) aplicados em caleiras nas coberturas analisadas.

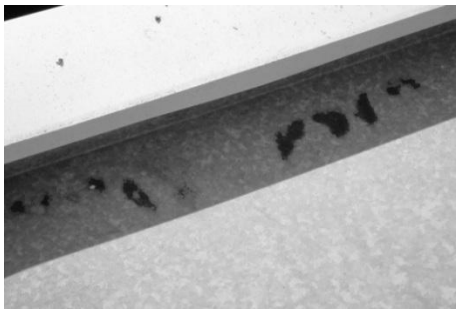


Figura 5.18 Caleira metálica de uma cobertura inclinada de um edifício de serviço

Figura 5.19 Caleira em alvenaria de uma cobertura plana de um edifício de serviço

.

5.2.2.1. Caracterização de EFM de coberturas inclinadas

Relativamente a coberturas inclinadas, verifica-se a predominância de revestimentos pétreos artificiais nas inspecções efectuadas. Tal justifica-se pela maior abundância deste tipo de revestimentos em Portugal que se pretende transpor para a amostra recolhida, de modo a que os dados e conclusões retiradas sejam o mais próximo possível da realidade. Quanto aos restantes materiais passíveis de ser aplicados em revestimentos de coberturas inclinadas, procurou-se obter uma amostra significativa de cada um deles, mas tal não foi possível para os revestimentos pétreos naturais e mistos (Figura 5.20).

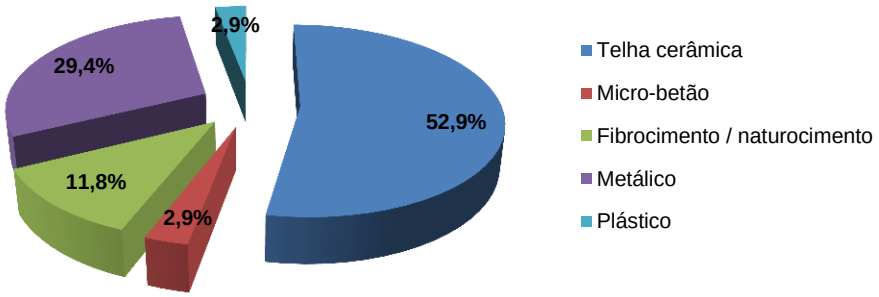


Figura 5.20 Frequência dos diferentes tipos de revestimento inspeccionados

Com o intuito de compreender o trabalho de campo realizado, ilustram-se nas Figuras 5.21 a 5.24 distintas coberturas em termos de revestimentos, tipologia de funcionalidade e agressividade do meio.

Figura 5.21 Cobertura inclinada em telha cerâmica (meio rural) - micro-ventilação (cob. 4_i)

Figura 5.22 Cobertura inclinada em micro-betão (meio urbano) - ventilação do desvão (cob. 25_i)

Figura 5.23 Cobertura inclinada em fibrocimento (meio urbano) - beiral com ventilação (cob. 17_i)

Figura 5.24 Cobertura inclinada metálica (meio urbano)

Tendo em consideração o meio de agressividade verifica-se, na amostra recolhida, a predominância de revestimentos de telha cerâmica em meios rurais, contrariando o que ocorre nos restantes tipos de revestimentos. Por falta de informação e disponibilidade dos utentes, não foi possível realizar inspecções a revestimentos de micro-betão, fibrocimento e plásticos em zonas rurais e costeiras (Figura 5.25).

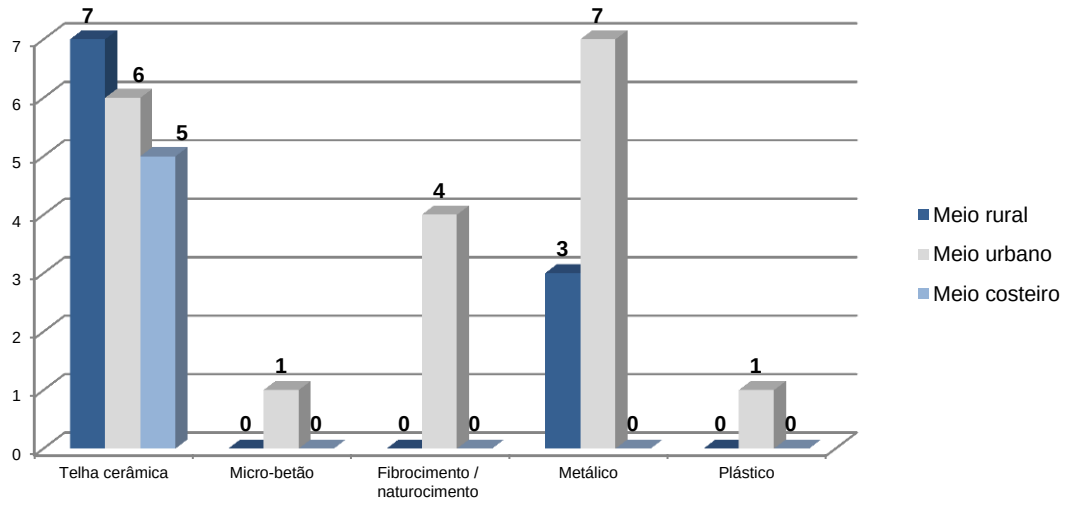


Figura 5.25 Distribuição do tipo de revestimento inspeccionado, dependendo do meio de agressividade inserido

A inclinação observada nas diferentes coberturas inclinadas analisadas apresenta um largo intervalo de valores desde 5 a 43%. Em diversos casos analisados, foram disponibilizados informação e documentos suficientes que permitissem saber a pendente exacta da cobertura. No entanto, em casos pontuais, foi necessário efectuar cálculos, apesar de não serem muito precisos. A pendente média para a totalidade de coberturas inspeccionadas é de 27% (Figura 5.26). As Figuras 5.21 a 5.24 apresentam exemplos de coberturas inclinadas com revestimentos e inclinações distintos.

Apenas a título de exemplo, a cobertura inclinada em telha cerâmica apresentada na Figura 5.21 apresenta, de acordo com os documentos fornecidos, uma inclinação de 35%.

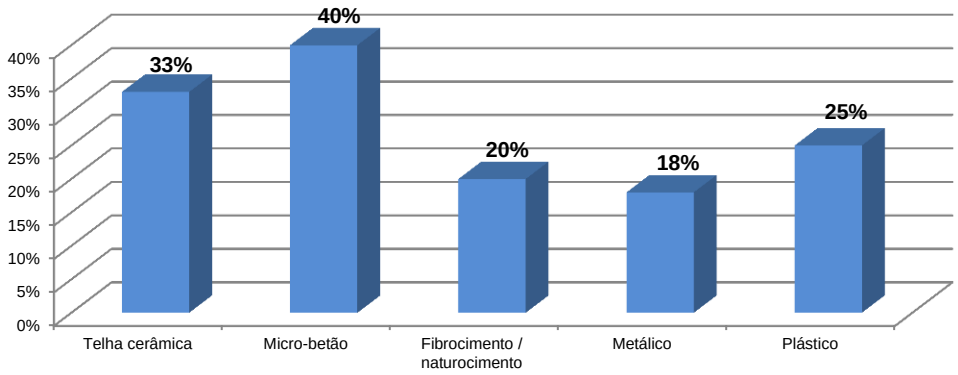


Figura 5.26 Inclinação média de coberturas inclinadas inspeccionadas

Ao nível da ventilação nas coberturas, a micro-ventilação é o sistema com maior frequência no processo de inspecção realizado, com um total de 36,2% (toda a informação em causa foi analisada tendo em conta a documentação fornecida). Um número muito pouco significativo (2,9%) de coberturas inspeccionadas não exibe qualquer tipo de ventilação apresentando, por consequência, diversas anomalias com uma extensão e gravidade bastante acentuadas (Figura 5.27). Nas Figuras 5.21 a 5.23, são ilustrados diversos tipos de ventilação existente na amostra analisada.

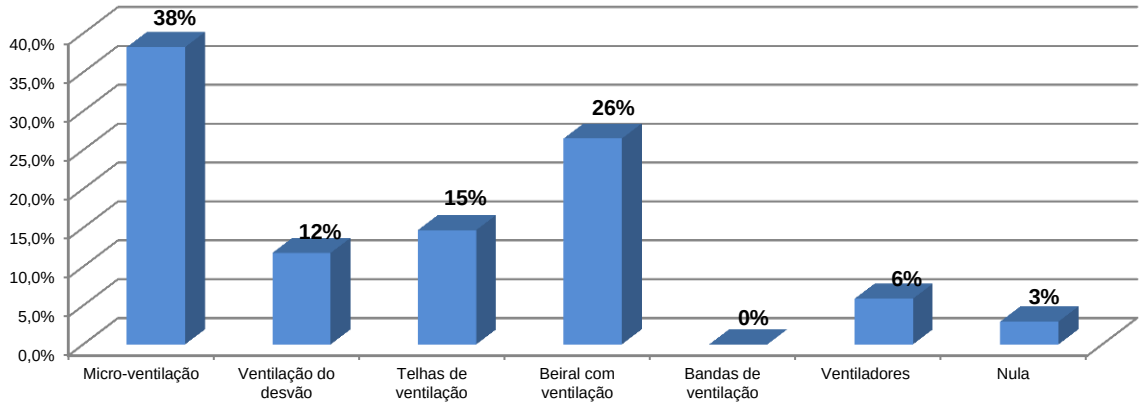


Figura 5.27 Frequência da tipologia da ventilação nas coberturas inspeccionadas

A existência de fixações não se verificou em todos os revestimentos analisados, em especial em coberturas com telha cerâmica (Figura 5.28). A neglicência de utilização deste tipo de elementos resulta, maioritariamente, em anomalias que comprometem a competência funcional da cobertura.

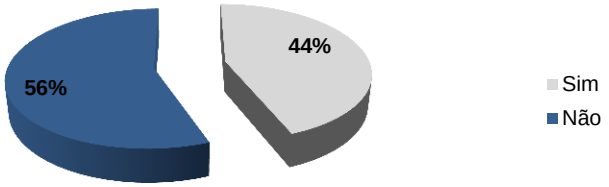


Figura 5.28 Avaliação da existência de elementos de fixação nos revestimentos de coberturas inclinadas inspeccionadas

Nas Figuras 5.29, 5.30 e 5.31, demonstra-se a inexistência / existência de elementos de fixação em diversos revestimentos analisados.

Figura 5.29 Inexistência de elementos de fixação - cobertura inclinada em telha cerâmica (cob. 19_i)

Figura 5.30 Existência de elementos de fixação - cobertura inclinada com revestimento metálico (cob. 28_i)

Figura 5.31 Existência de elementos de fixação - cobertura inclinada em fibrocimento (cob. 32_i)

Relativamente às clarabóias, é necessário referir a sua inexistência em diversas inspecções realizadas, frequente na amostra analisada (44,1%). Durante as inspecções realizadas, verificou-se a importância deste elemento, relativamente ao correcto funcionamento dos restantes elementos da cobertura e os próprios elementos do interior do edifício. Na Figura 5.32, é apresentada a predominância de clarabóias nas coberturas inspeccionadas para esta dissertação.

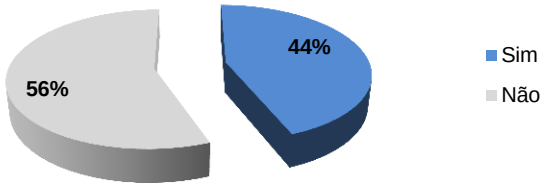


Figura 5.32 Avaliação da existência de clarabóias nas coberturas inspeccionadas

5.2.2.2. Caracterização de EFM de coberturas planas

Relativamente aos elementos fonte de manutenção específicos de coberturas planas, verifica-se a frequência de utilização da camada de impermeabilização como sistema de autoprotecção (57,7%), seguida da aplicação de protecção pesada rígida no sistema de cobertura (38,5%). No entanto, e tal como referido, a degradação de coberturas com impermeabilização auto-protegida é consideravelmente mais acelerada, caso não exista um adequado plano de manutenção. Os materiais aplicados neste tipo de sistema apresentam resistência e durabilidade inferiores, relativamente à protecção pesada, podendo prejudicar o correcto funcionamento dos restantes elementos da cobertura (Figura 5.33).

A inspecção de um escasso número de coberturas com protecção pesada solta e com protecção leve deve-se ao progressivo abandono da sua aplicação, consequência da elevada possibilidade de ocorrência de anomalias que poderão prejudicar gravemente o funcionamento de todo o sistema.

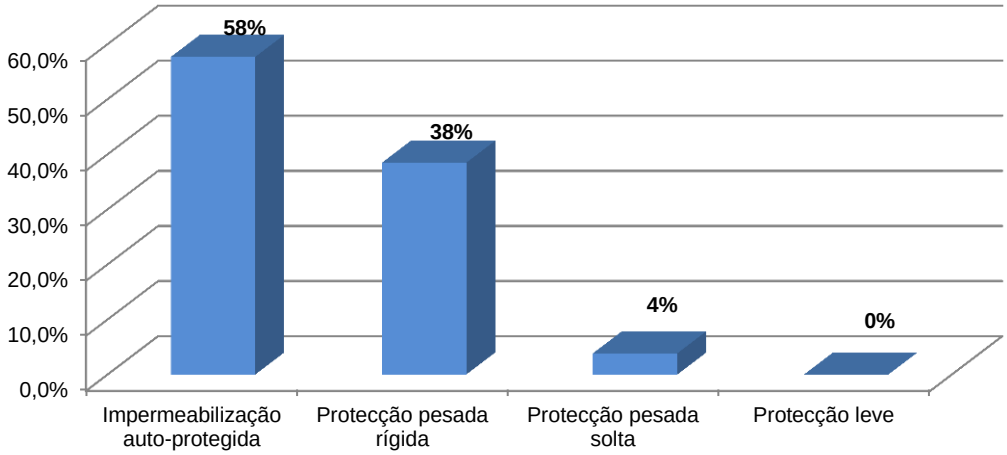


Figura 5.33 Frequência de sistemas de protecção das coberturas planas inspeccionadas

Nas Figuras 5.34 a 5.39, exemplificam-se diversos materiais possíveis de serem aplicados em coberturas planas. Todas as coberturas apresentadas se localizam em Lisboa, diferenciando-se apenas a tipologia de acesso (acessível / não acessível) e funcionalidade (habitação / serviço).

Figura 5.34 Cobertura plana em Lisboa (meio urbano) com revestimento em tela asfáltica auto-protegida (cob. 3_{ii}) - edifício de habitação

Figura 5.35 Cobertura plana em Lisboa (meio urbano) com revestimento em membrana betuminosa auto-protegida (cob. 16_{ii}) - edifício de habitação

Figura 5.36 Cobertura plana em Lisboa (meio urbano) com protecção pesada rígida de lajetas de betão (cob. 20_{ii}) - edifício de serviço

Figura 5.37 Cobertura plana em Lisboa (meio urbano) com protecção pesada rígida em ladrilhos hidráulicos (cob. 22_{ii}) - edifícios de habitação

Figura 5.38 Cobertura plana em Lisboa (meio urbano) com protecção pesada rígida em pedra natural (cob. 4_{ii}) - edifício de serviço

Figura 5.39 Cobertura plana em Lisboa (meio urbano) com protecção pesada solta (cob. 26_{ii}) - edifício de serviço

5.2.3. Caracterização das anomalias detectadas

Neste subcapítulo, são analisados os casos de estudo ao nível da frequência de anomalias observadas nas 60 coberturas inspeccionadas.

A maioria dos elementos fonte de manutenção apresentava anomalias no momento da inspecção. A inexistência ou aplicação ineficaz de um plano de inspecção e manutenção foi notória durante as inspecções realizadas. No entanto, observaram-se diversas anomalias cujas causas principais correspondiam a erros nas fases de projecto e execução, acções de origem mecânica e ambientais. A validação do sistema classificativo foi realizada tendo em conta as 618 anomalias detectadas nas 60 coberturas inspeccionadas.

Após a realização de todas as inspecções pretendidas, verificou-se que a proporção de anomalias em coberturas planas foi bastante aproximada da mesma em coberturas inclinadas. A diferença em causa deve-se essencialmente à existência de maior amostra de coberturas inclinadas durante o trabalho de campo, apesar da impossibilidade de acesso a diversas zonas (Figura 5.40). Por outro lado, verificou-se que, apesar de apenas 12 edifícios apresentarem coberturas planas (34 edifícios inspeccionados na totalidade), as mesmas correspondem a 48% da totalidade da área inspeccionada.

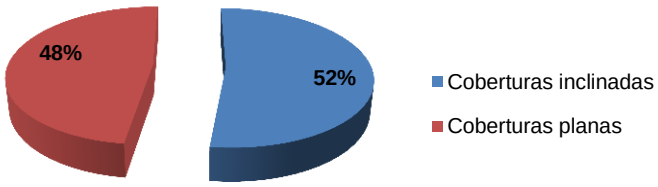


Figura 5.40 Frequência de anomalias nos dois sistemas de cobertura em estudo

5.2.3.1. Caracterização das anomalias detectadas em coberturas inclinadas

Inicialmente, procurou-se caracterizar as anomalias detectadas em coberturas inclinadas, tendo em consideração os elementos fonte de manutenção a analisar (Figura 5.41).

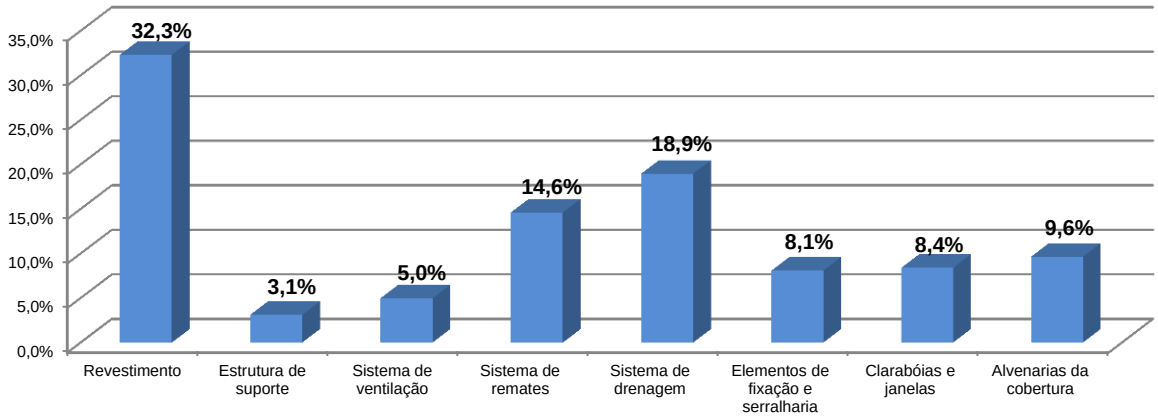


Figura 5.41 Distribuição relativa de anomalias detectadas segundo elementos fonte de manutenção de coberturas inclinadas

A validação do sistema classificativo é realizada tendo em conta as 322 anomalias detectadas nas 34 coberturas inclinadas inspeccionadas e uma área total de 24000 m^2.

Observando a Figura 5.41, verifica-se a predominância de anomalias nos revestimentos da cobertura (32,3%), seguida do sistema de drenagem (18,9%) e remates (14,6%). Tal como referido, estes elementos são bastante susceptíveis a uma degradação prematura caso não se efectuem inspecções e acções de manutenção periódicas e eficazes. A existência de um número reduzido de anomalias na estrutura de suporte (3,1%) deve-se, na maioria dos casos, à impossibilidade de o elemento ter sido sujeito a acções de inspecção. No entanto, em diversos casos, foram verificadas anomalias no interior do edifício e no próprio revestimento, cuja causa mais provável seria a própria degradação da estrutura de suporte. Os próprios utentes ou a entidade responsável pelo condomínio do edifício foram também uma mais valia para compreender o estado de degradação desses elementos.

A frequência relativa de anomalias detectadas em clarabóias e janelas não se verificou muito relevante no trabalho de campo em causa, pois um número considerável de inspecções foi realizado no edifício do Aeroporto de Lisboa, o qual apresenta uma escassez deste tipo de elementos. Por outro lado, considerando o número de elementos inspeccionados, detectaram-se anomalias com bastante interesse para o correcto desenvolvimento desta dissertação, verificando-se, em diversos casos, uma ausência completa de acções de manutenção.

Relativamente aos elementos de fixação e serralharia, observou-se um maior número de anomalias, respectiva extensão e gravidade na zona costeira, cuja agressividade é consideravelmente superior relativamente aos outros locais de inspecção. No entanto, caso não seja aplicado um adequado plano de manutenção a estes elementos, mesmo em condições de agressividade médias e baixas (meio urbano e rural), o aparecimento de anomalias, principalmente corrosão, é frequente, podendo essa situação ser demonstrada na Figura 5.41.

Na Tabela 5.2, demonstra-se o facto anterior, realçando que as coberturas “cob. 12” a “cob. 16” estão inseridas em meio costeiro e as restantes em meio urbano. Os dados apresentados na tabela representam apenas exemplos pontuais de coberturas inspeccionadas.

Tabela 5.2 Resultados de inspecções realizadas aos elementos de fixação e serralharia em coberturas inclinadas

	Anomalias	Agressividade do meio	Extensão da anomalia	Nível de degradação	Severidade da anomalia
Cob. 12_i	A-F 1 Corrosão	3	2	3	3
	A-F 2 Aperto insuficiente ou excessivo dos elementos de fixação	3	2	1	2
Cob. 13_i	A-F 1 Corrosão	3	3	3	3
	A-F 5 Descasque	3	2	3	4
Cob. 14_i	A-F 1 Corrosão	3	3	3	4
	A-F 3 Ausência ou excesso de fixações	3	2	1	2
Cob. 15_i	A-F 1 Corrosão	3	2	3	3
Cob. 16_i	A-F 1 Corrosão	3	3	3	3
	A-F 5 Descasque	3	2	3	3
Cob. 17_i	A-F 1 Corrosão	2	2	3	3
Cob. 18_i	A-F 1 Corrosão	2	2	2	3
	A-F 3 Ausência ou excesso de fixações	2	2	1	2

Os defeitos no sistema de ventilação apresentaram apenas uma frequência relativa de 5%. No entanto, verificou-se que a correcta execução destes sistemas é bastante descurada, quer na sua concepção, quer na sua colocação, não permitindo a circulação adequada do ar, necessária à secagem dos elementos de revestimento.

Na Figura 5.42, são apresentadas as diversas anomalias visualizadas durante as inspecções, dependendo do elemento fonte de manutenção em estudo. Os valores indicados são relativos ao número total de anomalias (322 anomalias) visualizadas durante o trabalho de campo. Diversas anomalias como: descasque dos elementos de revestimento; deslocamento dos remates; perfurações, ataque de fungos de podridão e empenamento de clarabóias e janelas; presença de infiltrações em elementos de alvenaria, não foram detectadas nas coberturas em estudo, conforme expectável.

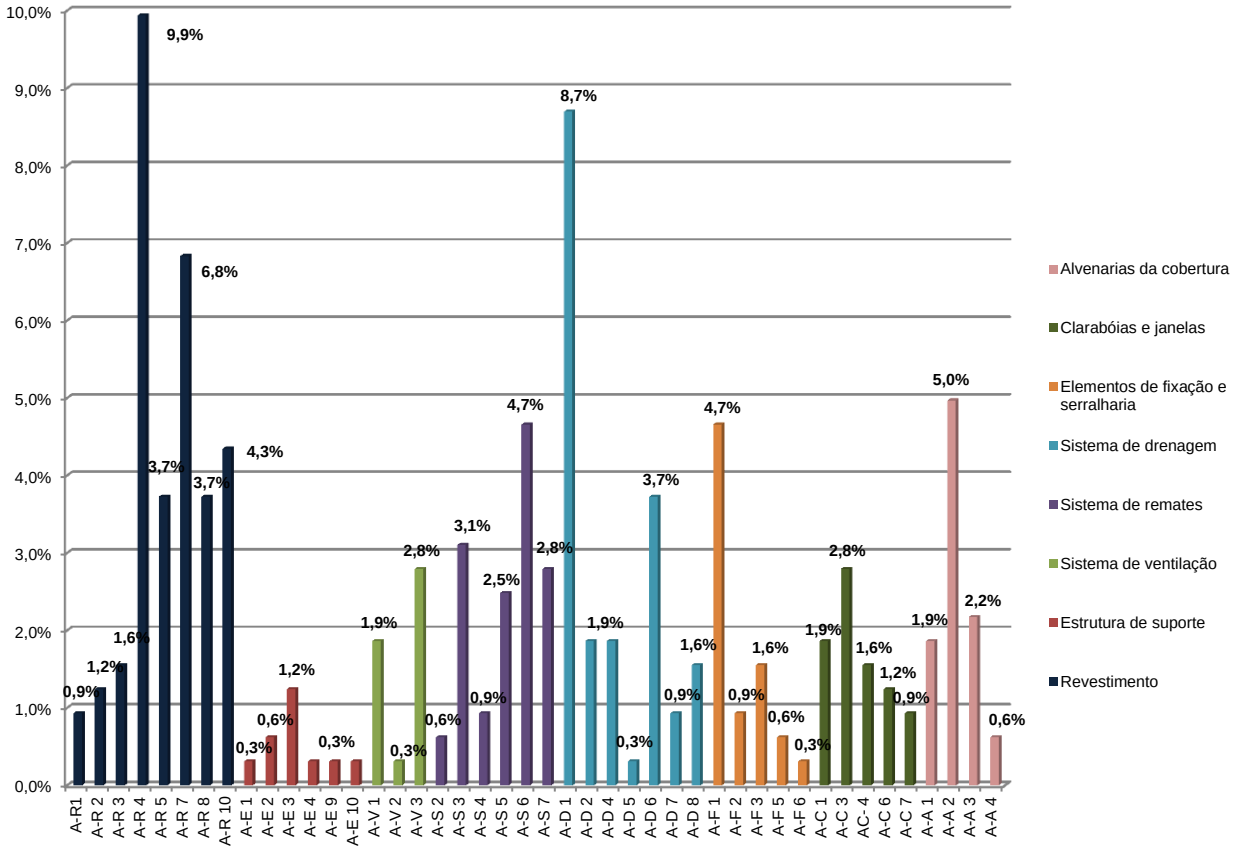


Figura 5.42 Frequência relativa de ocorrência das anomalias registadas em coberturas inclinadas em análise

Observando a Figura 5.43, verifica-se a predominância de anomalias estéticas (sujidade superficial, acumulação de detritos, vegetação parasitaria, manchas, diferenças de tonalidade) na maioria dos EFM analisados. Este tipo de anomalias representa as primeiras manifestações de degradação, consequência de uma manutenção ineficaz por parte dos utentes e entidades responsáveis. A existência de anomalias de perda acentuada de funcionalidade (deformações acentuadas, perfuração ou perda de secção) não foi significativamente verificada, correspondendo apenas a 6% do total de anomalias analisadas. Por outro lado, a frequência de anomalias de perda de aderência ou fixação (empolamentos, fissuração, fracturação, desprendimentos) é significativa (25%), não só devido à ausência de manutenção verificada nas diversas

coberturas inspeccionadas, como também à aplicação de materiais inadequados. Os restantes 8% das anomalias verificadas correspondem a defeitos na execução (A-V2, A-V 3, A-S 4, A-D 8), os quais são consideravelmente frequentes no parque edificado português.

Relativamente às anomalias estéticas, é possível verificar que a sujidade superficial e acumulação de detritos (A-R 4, A-E 3, A-V 1, A-S 6, A-D 1, A-C 6 e A-A 2) apresentam uma maior frequência relativa na amostra em análise, com 61% do total de anomalias. Este tipo de anomalias é uma clara consequência de uma manutenção ineficaz provocando, progressivamente, uma degradação acelerada dos elementos fonte de manutenção inspeccionados (Figuras 5.44 a 5.46). No sistema de ventilação, clarabóias e janelas, a anomalia em causa não se verificou com uma relevância tão acentuada, comparativamente com os restantes elementos analisados.

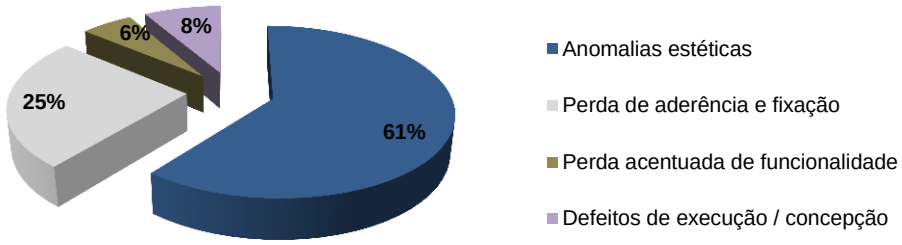


Figura 5.43 Contribuição relativa de cada grupo de anomalias em coberturas inclinadas

A acumulação de vegetação parasitária / colonização biológica (A-R 7, A-S 7, A-A 3) e as manchas de água ou corrosão existentes nos diversos elementos da cobertura são também relevantes (considerando que a percentagem predominante é de 32,6%) nas inspecções realizadas correspondendo, respectivamente, a 12,1% e 11,2% do total de anomalias. A presença de humidade, situação bastante corrente numa cobertura, a radiação solar e a acumulação de água, associada a zonas de acumulação de detritos, permitem facilmente o desenvolvimento de microrganismos na superfície dos elementos analisados, em especial em zonas costeiras, cuja agressividade do meio é consideravelmente mais acentuada (Figuras 5.47 a 5.49).

Relativamente à cobertura cob. 21_i, verificou-se uma acumulação de detritos excessiva, impedindo o correcto escoamento de água. O edifício em causa, construído em 1975 (Lisboa), apresentava apenas uma pessoa responsável pela sua administração e com poucos conhecimentos dos métodos necessários para o edifício atingir um estado de conservação aceitável. De acordo com as informações disponibilizadas, os investimentos relativamente a acções de beneficiação eram muito reduzidos, em especial na cobertura. Desta situação, resulta não só a acumulação de detritos no sistema de drenagem ilustrada na Figura 5.46, como diversas anomalias com gravidade mais acentuada. Por outro lado, a cobertura cob. 26_i (1992) apresenta um estado de conservação muito satisfatório, demonstrando apenas sujidade superficial e manchas de corrosão no revestimento metálico (Figura 5.45) e sistema de drenagem (afectam apenas a nível estético os elementos em causa).

Figura 5.44 Sujidade superficial e acumulação de detritos em revestimentos de telha cerâmica (cob. 18_i) - edifício de serviço

Figura 5.45 Sujidade superficial e acumulação de detritos em revestimentos metálicos (cob. 26_i) - edifício de serviço

Figura 5.46 Acumulação de detritos em sistemas de drenagem (cob. 21_i) - edifício de habitação

Figura 5.47 Acumulação de vegetação parasitária / colonização biológica em revestimentos de telha cerâmica (cob. 15_i) - edifício de habitação

Figura 5.48 Acumulação de vegetação parasitária / colonização biológica em revestimentos de fibrocimento (cob. 33_i) - edifício de habitação

Figura 5.49 Manchas de água nas caleiras metálicas do sistema de drenagem (cob. 28_i) - edifício de serviço

A cobertura cob. 15_i está inserida em meio costeiro (Costa da Caparica), cuja agressividade é muito acentuada, particularmente no Inverno. Apesar de se ter verificado uma preocupação acrescida, a existência de anomalias no revestimento e nos restantes elementos fonte de manutenção é notória, maioritariamente devido a agentes ambientais (sujidade superficial, acumulação de detritos e vegetação parasitária / colonização biológica e manchas de corrosão).

As ilustrações apresentadas representam exemplos da diversidade de anomalias detectadas durante o trabalho de campo, tendo em consideração distintas tipologias de funcionalidade (habitação / serviço) e diferentes meios de agressividade (meio rural, urbano e costeiro). A informação detalhada dos resultados obtidos durante as inspecções é representada nos Anexos A.5.1. a A.5.4.

Por outro lado, as diferenças de tonalidade (A-R 8) do elemento apenas se verificaram nos elementos do revestimento e em zonas localizadas, correspondendo a 3,7%. Este tipo de anomalia está associado, na maioria dos casos inspeccionados, à substituição de diversos elementos por outros de tonalidade diferente (especialmente em edifícios mais antigos, cuja preocupação com o estado de conservação é bastante descurado), à acção dos agentes atmosféricos e à acumulação de vegetação parasitária / colonização biológica.

Tal como referido, a sujidade superficial, acumulação de detritos e vegetação parasitária evidentes nas coberturas analisadas estão, na maioria dos casos, interligadas e associadas a uma manutenção deficiente. No entanto, a fraca inclinação da cobertura e sistema de drenagem, a execução incorrecta do elemento e as acções ambientais (ventos fortes, acção biológica e poluição atmosférica) podem provocar, consequentemente, o aparecimento deste tipo de anomalias.

Quanto às anomalias de perda de aderência e fixação, não se verifica tão elevada incidência. O aparecimento deste tipo de anomalias obriga a um estado de degradação considerável do elemento a analisar. Das anomalias em causa, verifica-se que a fissuração (A-R 10, A-E 2, A-S 3, A-C 1 e A-A 1) dos diversos elementos analisados apresenta uma frequência relativa mais acentuada, com 11,8% (Figuras 5.50 a 5.52).

A origem das fissurações está, em diversos casos analisados, associada a causas não estruturais que consistem em acções de choque provocadas pela colocação de equipamentos sobre a cobertura, queda de granizo ou de objectos pesados (factores bastante comuns no edifício do Aeroporto de Lisboa). A circulação descuidada de pessoas e cargas em acções de manutenção contribuem também para a ocorrência deste tipo de anomalia. O próprio envelhecimento do material aplicado pode provocar a sua fissuração, ocorrendo bastante nas coberturas inspeccionadas.

Figura 5.50 Fissuração de revestimentos em telha cerâmica (cob. 19_i) - edifício de serviço

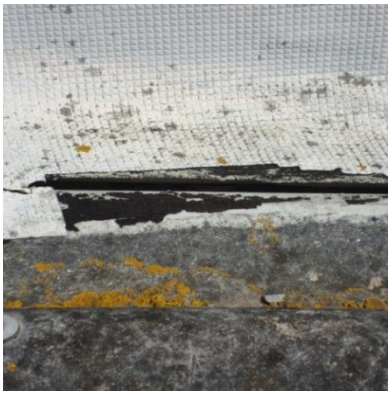


Figura 5.51 Fissuração do sistema de remates (cob. 33_i) - edifício de habitação

Figura 5.52 Fracturação de revestimento em fibrocimento (cob. 33_i) - edifício de habitação

A existência de empolamentos (A-S 5) verifica-se apenas no sistema de remates das coberturas inspeccionadas, com uma frequência de 2,5% do total de anomalias analisadas. Este tipo de anomalias encontra-se associado, em diversos casos analisados, a pequenas infiltrações de água e ao próprio envelhecimento do material aplicado, pois verificou-se uma predominância de coberturas com mais de 20 anos, sujeitas a acções de manutenção muito pouco eficazes (Figura 5.53).

Por outro lado, o desprendimento dos elementos do revestimento (A-R 3) apresenta uma frequência de 1,6% do total de anomalias. Este tipo de anomalia encontra-se, em diversos casos, associado a problemas de fixação (perdem a capacidade de fixar o revestimento), correspondendo a 7,8% do total de anomalias analisadas e à ausência de substituição e manutenção de elementos fracturados ou descolados (Figuras 5.54 e 5.55).

Figura 5.53 Empolamento do remate da cobertura (cob. 32_i) - edifício de habitação

Figura 5.54 Descolamento do remate da cobertura (cob. 16_i) - edifício de habitação

Figura 5.55 Desprendimento de elementos do revestimento em telha cerâmica (cob. 18_i) - edifício de serviço

As anomalias relacionadas especificamente com defeitos de execução / concepção apresentam uma frequência de 9%, dos quais 3,1% se encontram associados ao sistema de ventilação, pois verificou-se em diversos casos analisados a sua ausência completa (A-V 2) ou mesmo uma distribuição incorrecta dos elementos de ventilação (A-V 3). A ausência de tubos de queda (A-D 8) verificou-se em casos pontuais, correspondendo a 1,6% do total de anomalias analisadas.

Por último, as anomalias ao nível de perda acentuada de funcionalidade são as que apresentam menor incidência (5,6% do total de anomalias) mas, como referido, são as mais gravosas. Das anomalias em causa, destacam-se as deformações excessivas do revestimento (A-R 1) e estrutura de suporte (A-E 1) e a rotura das caleiras (A-D 5) verificadas em casos pontuais.

As deformações excessivas do revestimento (A-R 1) estão associadas, em diversos casos analisados, ao próprio assentamento da estrutura de suporte ou à manutenção ineficaz do mesmo. A circulação de pessoas e a colocação de equipamentos pesados sobre o revestimento, situação muito comum nas coberturas inspeccionadas (cob. 9_i, cob. 15_i, cob. 18_i e cob. 33_i, representam exemplos de coberturas em que a inexistência de caminhos de circulação apropriados é predominante), poderão também originar este tipo de anomalia.

Observando a Figura 5.42, verifica-se que o sistema de drenagem das coberturas inspeccionadas apresenta um desempenho satisfatório, com a predominância de anomalias estéticas. No entanto, em situações pontuais, constataram-se roturas nas caleiras (0,3% do total de anomalias), as quais poderão prejudicar gravemente o correcto funcionamento de todo o sistema de cobertura. A existência deste tipo de anomalia deve-se à ausência de acções de inspecção / manutenção que, consequentemente, originaram a acumulação de uma quantidade consideravelmente elevada de detritos. A própria concepção e aplicação dos materiais, associadas ao envelhecimento do mesmo, poderão estar na origem desta anomalia.

5.2.3.2. Caracterização das anomalias detectadas em coberturas planas

Analogamente, optou-se por distribuir as diversas anomalias detectadas em coberturas planas, tendo em consideração os diferentes elementos fonte de manutenção analisados.

A validação do sistema classificativo é realizada tendo em conta as 311 anomalias detectadas nas 26 coberturas planas inspeccionadas e uma área total de 21662 m^2.

Observando a Figura 5.56, verifica-se a predominância de anomalias na camada de impermeabilização (23,6%), aplicada como sistema auto-protegido, seguida do sistema de drenagem (21,3%) e do sistema de remates (16,2%). Os elementos em causa são bastante susceptíveis a uma degradação prematura, caso não sejam implementadas acções de inspecção e manutenção periódicas e eficazes. O próprio material aplicado nas camadas de impermeabilização e sistema de remates não apresenta uma resistência notória aos factores ambientais de degradação provocando, por consequência, o aparecimento de diversas anomalias nos restantes elementos do sistema de cobertura.

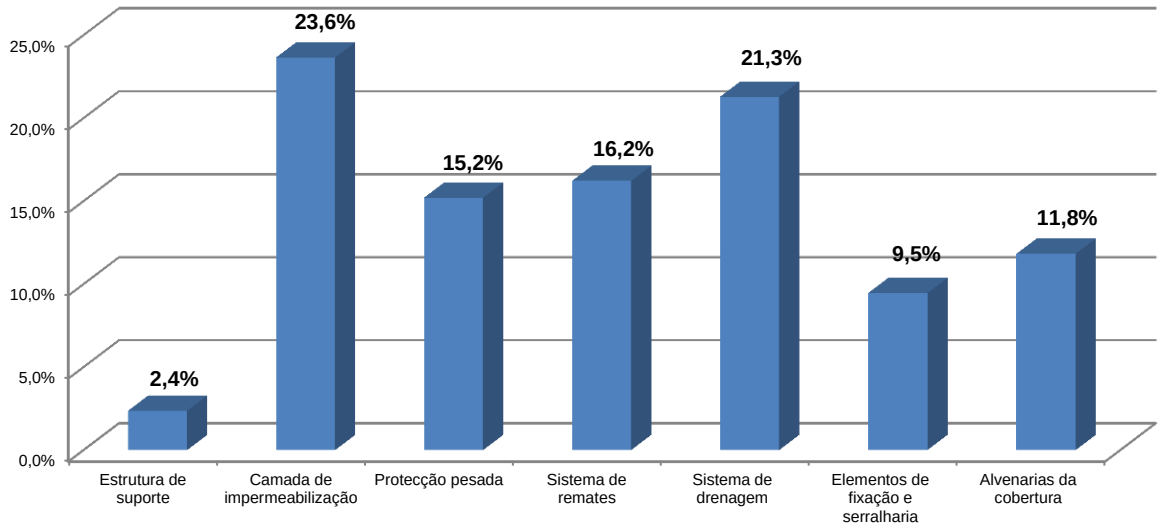


Figura 5.56 Distribuição relativa de anomalias detectadas segundo elementos fonte de manutenção de coberturas planas inspeccionadas

A frequência relativa das anomalias detectadas na camada de protecção pesada (15,2%) foi muito relevante na amostra analisada. Durante as inspecções, verificou-se que a implementação de acções de manutenção foi bastante descurada (temática desenvolvida no subcapítulo de planeamento de acções pró-activas), por serem elementos com uma elevada durabilidade e resistência aos agentes de degradação. Analogamente, verificou-se que os elementos de alvenaria (que contribuem com 11,8% do total de anomalias detectadas) das coberturas inspeccionadas carecem de acções de manutenção eficazes, originando diversas anomalias que poderiam ser claramente evitadas. Posteriormente, serão apresentadas ilustrações, com o intuito de demonstrar os diversos estados de degradação dos EFM em causa.

Relativamente aos elementos de fixação e serralharia, constatou-se uma frequência relativa de anomalias não muito relevante (9,5%). As anomalias detectadas na amostra em análise estão associadas, na maioria das situações, a elementos de serralharia e não aos elementos de fixação (situação inversas relativamente a coberturas inclinadas). A predominância de elementos de serralharia em coberturas planas é notória relativamente a coberturas inclinadas. A falta de protecção destes elementos e o próprio meio em que estão

inseridos (urbano e costeiro) originam o aparecimento de diversas anomalias relevantes não só para a sua degradação prematura, como também para a de outros elementos.

Por último, constatou-se uma frequência relativa de anomalias em estruturas de suporte de 2,5%, valor pouco relevante, considerando o total de amostras analisadas. A impossibilidade de inspecção destes elementos foi ainda mais notória. A existência de anomalias no tecto do último piso e as informações fornecidas pelos utentes e responsáveis pela gestão do condomínio foram uma mais valia para compreender o estado de conservação das estruturas de suporte analisadas.

Na Figura 5.57, é apresentada a distribuição relativa das anomalias detectadas, em função do EFM em análise.

A existência de anomalias estéticas (sujidade superficial, acumulação de detritos e vegetação parasitária, manchas e diferenças de tonalidade) representa uma constante no parque edificado português, quer em coberturas planas, quer em coberturas inclinadas. Durante as inspecções realizadas, verificou-se um total desinteresse por parte dos utentes e entidades responsáveis pela gestão dos condomínios de edifícios mais antigos, no que diz respeito a este tipo de anomalias (incluindo a respectiva prevenção ou possível reparação), desconhecendo a responsabilidade das mesmas no aparecimento de anomalias com gravidade considerável.

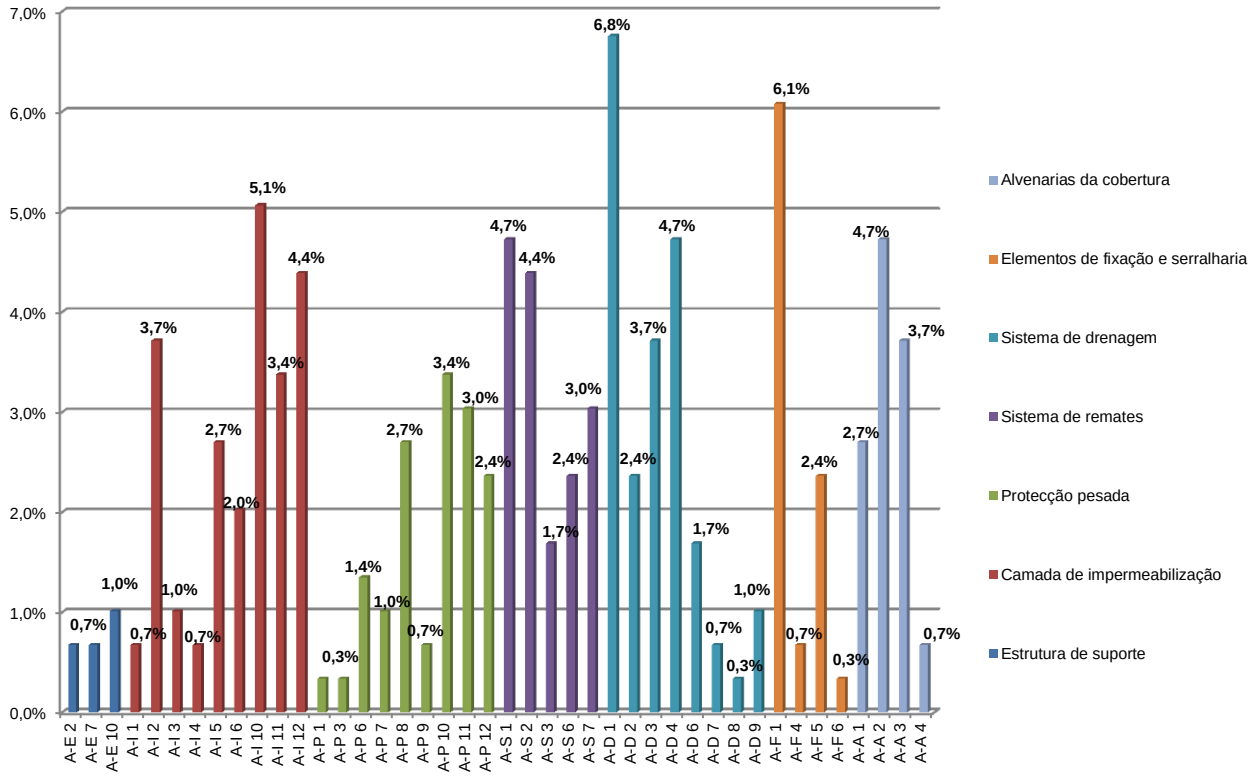


Figura 5.57 Frequência relativa de ocorrência das anomalias registadas em coberturas planas inspeccionadas

Analogamente, verificou-se uma predominância de anomalias estéticas (47%) em coberturas planas, apesar de o valor ser ligeiramente inferior ao registado em coberturas inclinadas. As anomalias de perda de

aderência e fixação (fissuração / fracturação, enrugamentos ou dobras, empolamentos e desprendimentos) apresentam também um peso muito significativo (42%) no total de anomalias analisadas, em especial na camada de impermeabilização e sistema de remates. As restantes anomalias detectadas e representadas na Figura 5.58 inserem-se no grupo das anomalias de perda acentuada de funcionalidade (3%) e defeitos de execução (8%). A existência de um número irrelevante de anomalias de perda de funcionalidade deve-se, principalmente, às "recentes" acções de beneficiação realizadas (temática desenvolvida no próximo subcapítulo), impedindo a progressão de anomalias que poderiam originar graves problemas no correcto funcionamento de todo o sistema de cobertura e de outros elementos construtivos do edificado (Figura 5.57).

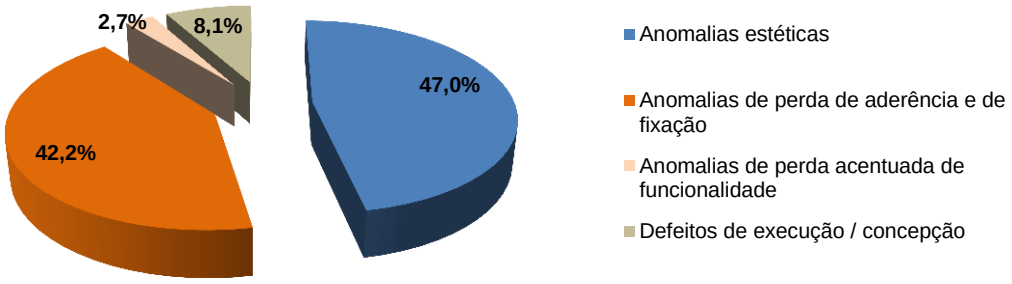


Figura 5.58 Contribuição relativa de cada grupo de anomalias em coberturas planas

Relativamente às anomalias estéticas, é possível verificar que a sujidade superficial e acumulação de detritos (A-I 10, A-P 10, A-S 7, A-D 1 e A-A 2) é a anomalia que apresenta uma maior frequência relativa na amostra em análise, contribuindo 20% do total de anomalias detectadas (Figuras 5.59 a 5.60). Analogamente, este tipo de anomalias deve-se à ausência de manutenção e à própria inclinação insuficiente da cobertura permitindo, mesmo com o escoamento das águas, a acumulação de detritos em pontos singulares. Por outro lado, verificou-se que a circulação e permanência de pessoas, em diversas coberturas inspeccionadas, originavam também o aparecimento deste tipo de anomalias. Um exemplo claro das situações descritas é a cob. 4_{ii}, a qual é representada na Figura 5.59. O edifício em causa, construído em 1941, era inicialmente uma escola com uma cobertura plana acessível. De acordo com as informações disponibilizadas, a cobertura era, em diversas situações, utilizada pelas crianças e funcionários. Nos dias de hoje, a Junta de Freguesia de São José e pequenas empresas de indumentária localizam-se no edifício em causa, verificando-se analogamente a circulação permanente de pessoas na cobertura.

Apesar de não ser um caso pontual, optou-se apenas por descrever o edifício anterior, apenas com o intuito de compreender melhor o trabalho de campo realizado.

Tendo em conta os valores obtidos na análise de coberturas inclinadas, demonstra-se que a anomalia em causa apresenta uma maior predominância neste último sistema de cobertura (32,6%). De acordo com as diversas informações disponibilizadas, a limpeza superficial de uma cobertura inclinada é sempre mais descurada, pelo simples facto de apresentar maior dificuldade na acessibilidade. Posteriormente, é realizada uma análise comparativa entre coberturas inclinadas e planas.

Figura 5.59 Sujidade superficial na camada de protecção em ladrilhos de pedra (cob. 4_{ii}) - edifício de serviço

Figura 5.60 Acumulação de detritos na caleira e ralo de embocadura de um sistema de drenagem (cob 23_{ii}) - edifício de habitação

Figura 5.61 Acumulação de vegetação parasitária / colonização biológica na camada de protecção pesada solta (cob 26_{ii}) - edifício de serviço

As manchas de água ou corrosão (A-I 11, A-P 11 e A-D 2) e a acumulação de vegetação parasitária / colonização biológica (A-I 12, A-P 12, A-S 7 e A-A 3) podem também ser consideradas anomalias estéticas mas com um "peso" consideravelmente superior na degradação dos elementos fonte de manutenção em análise (Figuras 5.61 a 5.63). Após a inspecção de diversas coberturas, verificou-se que a pendente reduzida da cobertura e possíveis defeitos no sistema de drenagem (obstrução das caleiras ou ralos e a inexistência / insuficiência dos mesmos) podem ter originado lâminas de água na camada de impermeabilização ou protecção pesada. A presença de água por períodos prolongados, associada à humidade e radiação solar, permitiram a oxidação de diversos elementos metálicos e, consequentemente, o aparecimento de manchas de corrosão e acumulação de vegetação parasitária / colonização biológica.

A frequência deste tipo de anomalias é consideravelmente relevante na amostra em análise, correspondendo a 13% (manchas de água e corrosão) e 11% (acumulação de vegetação parasitária / colonização biológica). Apesar da gravidade deste tipo de anomalias ser superior em coberturas planas, verifica-se que a frequência relativa é equivalente às das coberturas inclinadas.

A existência de eflorescências (A-P 8) em coberturas planas verificou-se, principalmente, na camada de protecção das mesmas mas com uma frequência relativa muito pouco relevante (2,7%). Este tipo de anomalia encontra-se sempre associado à presença de água, situação muito comum na amostra analisada, criando manchas com tonalidades diferentes da do revestimento em causa (Figura 5.64).

As seguintes ilustrações demonstram o estado de degradação considerável dos edifícios de serviço inspeccionados. A existência de desníveis revestimento da cob. 6_{ii} foi claramente notória durante o trabalho de campo (possível consequência de circulação de pessoas durante as acções de manutenção, pois verificou-se a existência de um número reduzido de elementos apropriados à actividade em causa) e poderá ser uma outra justificação para o aparecimento constante de manchas de água.

O estado de degradação de todo o sistema da cob. 20_{ii} não seria expectável, tendo em consideração a idade do edifício (apenas 11 anos). De acordo com a informação disponibilizada, os materiais utilizados e a própria execução de todo o edifício não foram adequados à funcionalidade do edifício. A ausência de

intervenções ligeiras e profundas (temática desenvolvida no subcapítulo de planeamento de acções pró-activas), associada aos factores já descritos, poderão ser as causas principais pelo estado de degradação da cob. 20_{ii}.

Figura 5.62 Manchas de água na camada de impermeabilização auto-protegida em tela asfáltica (cob. 6_{ii}) - edifício de serviço

Figura 5.63 Manchas de corrosão na camada de impermeabilização auto-protegida em tela betuminosa e com pintura acrílica (cob. 17_{ii}) - edifício de serviço

Figura 5.64 Eflorescências na camada de protecção em ladrilhos de betão (cob. 20_{ii}) - edifício de serviço

A manifestação de anomalias relacionadas com perda de aderência e fixação obriga a um estado de degradação considerável do elemento construtivo em análise. Observando a Figura 5.57, verifica-se que a existência de fissurações / fracturações (A-E 2, A-I 1, A-1 2, A-P 7, A-S 1, A-D 3 e A-A 1) é predominante, com uma frequência relativa de 17%.

Tal como referido, as coberturas analisadas podem ser consideradas “recentes”. A ausência de manutenção, associada ao envelhecimento dos materiais, temperaturas elevadas e acção de radiação ultravioleta, poderão ter originado a fissuração da camada de impermeabilização, sistema de remates e elementos de alvenaria. A própria circulação descuidada de pessoas durante as acções de manutenção e a colocação de equipamentos na zona corrente da cobertura poderão também provocar o aparecimento deste tipo de anomalia na amostra analisada (Figuras 5.65 a 5.67).

Figura 5.65 Fissuração generalizada da camada de impermeabilização auto-protegida em tela asfáltica (cob. 2_{ii}) - edifício de habitação

Figura 5.66 Fissuração da camada de protecção em ladrilhos cerâmicos (cob. 25_{ii}) - edifício de habitação

Figura 5.67 Fissuração da platibanda em alvenaria (cob. 4_{ii}) - edifício de serviço

A cob. 2_{ii}, ilustrada na Figura 5.65, é um exemplo claro de todos os factores referidos. O edifício em causa, localizado em Lisboa e construído em 1939, não apresenta qualquer tipo de gestão de manutenção. Os

responsáveis pela administração não demonstram qualquer interesse pelo estado de conservação do edifício, em especial pela cobertura, contratando empresas externas apenas em casos avançados de degradação. A pendente muito reduzida, associada ao sistema de drenagem pouco eficaz (regista-se um número muito reduzido de ralos de embocadura e tubos de queda), circulação de pessoas e fraca qualidade dos materiais aplicados (foi realizada em 2003 uma substituição da zona corrente da cobertura, não sendo expectável o estado de degradação verificado), originaram diversas anomalias detectadas durante a inspecção

A existência de empolamentos apenas se verifica na camada de impermeabilização (caso apresente função de auto-protecção) e no sistema de remates (A-I 6 e A-S 2) ainda que com uma frequência relativa considerável (6%). Após a realização das respectivas inspecções e de um pequeno inquérito, verificou-se a existência de diversas infiltrações na zona corrente da cobertura e pontos singulares (cob. 4_{ii}, cob. 11_{ii} e cob. 20_{ii} são exemplos de coberturas que apresentam infiltrações), permitindo o desenvolvimento deste tipo de anomalia e, posteriormente, o descolamento do material (A-S 6). Por outro lado, verificou-se que a colagem e colocação ineficaz do material em zonas específicas, associadas à acção do calor, e a falta de planeza do suporte poderão ser potenciais causas de empolamento e desprendimento dos respectivos elementos fonte de manutenção.

Após a análise das inspecções realizadas, verificou-se que a camada de impermeabilização é o elemento mais prejudicado por anomalias de perda de aderência e fixação. Observando a Figura 5.57, constata-se que o elemento em causa apresenta não só as anomalias já referidas, como também pregas ou enrugamentos, perfurações e rasgamentos com uma frequência relativa de 3, 2 e 1%, respectivamente. Este tipo de anomalias está, em diversos casos analisados, associado a defeitos de fixação não só da própria camada de impermeabilização, como também de possíveis equipamentos colocados na cobertura (Figuras 5.68 a 5.70).

Figura 5.68 Empolamentos e enrugamentos do remate (cob. 6_{ii}) - edifício de serviço

Figura 5. 69 Descolamento do remate (cob. 7_{ii}) - edifício de serviço

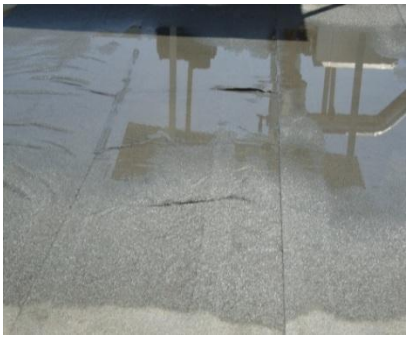


Figura 5. 70 Lâminas de água e enrugamentos da camada de impermeabilização auto-protegida em tela asfáltica (cob. 12_{ii}) - edifício de serviço

Durante as inspecções realizadas, verificaram-se diversos defeitos de execução / concepção, os quais poderão prejudicar o correcto funcionamento do sistema e originar algumas das anomalias já referenciadas. De todos os elementos fonte de manutenção analisados, o sistema de drenagem verificou-se ser o mais susceptível a este tipo de anomalias, incluindo diversos casos com inclinações insuficientes das caleiras (A-

D 4), carência de tubos de queda e ralos de embocadura (A-D 8 e A-D 9), os quais apresentam, respectivamente, frequências relativas de 4,7%, 1% e 0,3% do total de anomalias analisado. A própria altura dos remates (A-S 3) e espessura do material rolado da camada de protecção (A-P 3) demonstraram ser insuficientes em casos pontuais, com uma percentagem de ocorrência de 1,7% e 0,3%, respectivamente (Figuras 5.71 a 5.73).

Figura 5.71 Inclinação insuficiente da caleira, originando manchas de água (cob. 9_{ii}) - edificio de serviço

Figura 5.72 Insuficiencia de elementos de drenagem (cob 6_{ii}) - edificio de serviço

Figura 5.73 Altura insuficiente do remate junto à porta de acesso (cob 14_{ii}) - edificio de habitação

Relativamente à cob. 6_{ii}, ilustrada na Figura 5.72, verificou-se a existência de um número muito reduzido de elementos de drenagem (não existe qualquer outro elemento próximo do tubo de queda apresentado na figura, que complemente o escoamento de água), originando acumulação de água em diversos pontos da zona corrente e, consequentemente, a degradação prematura do revestimento.

Por último, constataram-se anomalias de perda acentuada de funcionalidade em casos pontuais, ainda que importantes devido à sua gravidade e "peso" considerável na possibilidade de um ineficaz funcionamento de todo o sistema de cobertura. Das anomalias em causa, destacam-se a perda de resistência, fracturação e perda de secção (A-F 4 e A-F 6) dos elementos de serralharia, as quais apresentam uma frequência relativa de 0,7% e 0,3%, respectivamente (Figura 5.74).

Apesar de não ter sido visível directamente, verificou-se, com base em informações de inspecções anteriores, a degradação acentuada (resistência e rigidez insuficientes) da estrutura de suporte de duas coberturas analisadas, correspondendo a 0,7% do total de anomalias apresentadas nesta dissertação (nestes casos, as anomalias em causa podem mesmo ser consideradas estruturais). Por outro lado, o estado de degradação muito acentuado de elementos de alvenaria, em especial a desagregação dos mesmos, pode provocar a sua perda acentuada de funcionalidade (Figura 5.75).

5.2.4. Caracterização da prioridade de intervenção

Posteriormente à análise das anomalias e respectivas causas detectadas na amostra em estudo, verificou-se ser necessário estabelecer as prioridades de intervenção. Este conceito permitiu diferenciar as intervenções e actuar, de forma mais rápida, nos casos mais críticos, restabelecendo-se os parâmetros adequados de funcionalidade.

Figura 5.74 Perda de secção do elemento de serralharia (guarda) de uma cobertura plana (cob. 18_{ii}) - edificio de serviço

Figura 5.75 Perda de secção / desagregação de um elemento de alvenaria (chaminé) de uma cobertura plana (cob. 4_{ii}) - edifício de serviço

Tal como referido, optou-se por classificar as anomalias com base em quatro critérios: agressividade do meio que envolve a cobertura em estudo (factor multiplicativo 1); extensão da anomalia (factor multiplicativo 2); nível de degradação do elemento fonte de manutenção a analisar (factor multiplicativo 3) e a severidade da anomalia (factor multiplicativo 4). Posteriormente, estabeleceram-se níveis de gravidade e, com base num processo multicritério quantitativo, determinou-se as prioridades de intervenção para cada anomalia (Tabela 5.3).

Com o intuito de compreender a posterior caracterização de prioridades, verificou-se necessário apresentar os valores de prioridade de intervenção, tendo em consideração o nível de urgência. Todos os restantes pressupostos encontram-se desenvolvidos no Capítulo 4.

Tabela 5.3 Proposta de classificação da prioridade de intervenção das anomalias detectadas durante o trabalho de campo

Nível	Prioridade de intervenção	$P_{intervenção}$
1	Acções sem urgência	$24\% \leq P_{anomalia} \leq 40\%$
2	Acções a médio prazo (2 a 5 anos) com necessidade de monitorizar	$41\% \leq P_{anomalia} \leq 60\%$
3	Acções a curto prazo (1 a 2 anos)	$61\% \leq P_{anomalia} \leq 80\%$
4	Acções de prioridade imediata (6 meses)	$P_{anomalia} \geq 80\%$

5.2.4.1. Caracterização da prioridade de intervenção em coberturas inclinadas

Relativamente à prioridade de intervenção das anomalias detectadas em coberturas inclinadas, é possível constatar, na Figura 5.76, que a prioridade de intervenção mais verificada é a 2 (35%), isto é, acções a médio prazo (2 a 5 anos) com necessidade de monitorização e acompanhamento do seu desenvolvimento. As anomalias de prioridade 3, onde as acções correctivas devem ser realizadas a curto prazo (1 a 2 anos), correspondem a 31% de todas as anomalias analisadas.

Na amostra analisada, detectaram-se também diversas anomalias sem urgência de actuação, correspondendo à prioridade 1 de intervenção (29%). Nas situações em causa, não existe qualquer urgência de intervenção mas a sua reparação continua a ser necessária. Por último, verificou-se uma frequência de 4% relativamente ao grupo de prioridade 4 de intervenção, correspondendo a acções correctivas urgentes (6 meses).

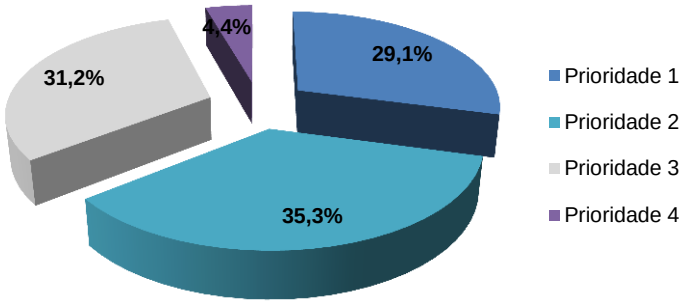


Figura 5.76 Distribuição das prioridades de intervenção das anomalias detectadas em coberturas inclinadas

Na Tabela 5.4, apresenta-se um resumo do processo multicritério aplicado, de modo a compreender o critério classificativo efectuado. As coberturas citadas na tabela estão inseridas em diferentes meios de agressividade (meio rural - nível 1; meio urbano - nível 2; meio costeiro - nível 3), apresentando anomalias com diversos níveis de extensão, degradação e severidade.

Tabela 5.4 Processo multicritério aplicado a cada anomalia detectada no revestimento de coberturas inclinadas

	Anomalias	Agressividade do meio	Extensão da anomalia	Nível de degradação	Severidade da anomalia	$P_{intervenção}$	Prioridade de intervenção
Cob. 1_i	A-R 1 Deformação acentuada	2	3	4	4	88%	**4**
	A-R 2 Desalinhamento dos elementos	2	2	2	3	59%	**2**
	A-R 4 Sujidade superficial e acumulação de detritos	2	3	1	1	37%	**1**
	A-R 7 Desenvolvimento de vegetação parasitária	2	1	2	2	44%	**2**
	A-R 10 Fissuração / fracturação	2	1	2	2	44%	**2**
Cob 2_i	A-R 4 Sujidade superficial e acumulação de detritos	1	3	1	1	34%	**1**
	A-R 7 Desenvolvimento de vegetação parasitária	1	2	2	2	46%	**2**
	A-R 8 Diferenças de tonalidade	1	2	2	2	46%	**2**
	A-R 10 Fissuração / fracturação	1	1	2	1	32%	**1**
Cob. 3_i	A-R 3 Desprendimento de elementos	1	1	3	4	68%	**3**
	A-R 4 Sujidade superficial e acumulação de detritos	1	1	1	1	24%	**1**
	A-R 7 Desenvolvimento de vegetação parasitária	1	1	2	2	41%	**2**
	A-R 8 Diferenças de tonalidade	1	2	2	1	37%	**1**
Cob. 14_i	A-R 1 Deformação acentuada	3	3	4	5	100%	**4**
	A-R 4 Sujidade superficial e acumulação de detritos	3	3	1	1	39%	**1**
	A-R 7 Desenvolvimento de vegetação parasitária	3	2	2	2	51%	**2**
Cob. 16_i	A-R 2 Desalinhamento dos elementos	3	3	4	4	90%	**4**
	A-R 4 Sujidade superficial e acumulação de detritos	3	2	1	1	34%	**1**
	A-R 7 Desenvolvimento de vegetação parasitária	3	3	2	2	56%	**2**
Cob. 18_i	A-R 2 Desalinhamento dos elementos	2	3	3	3	71%	**3**
	A-R 3 Desprendimento de elementos	2	1	3	4	71%	**3**
	A-R 4 Sujidade superficial e acumulação de detritos	2	2	1	1	32%	**1**
	A-R 10 Fissuração / fracturação	2	1	2	2	44%	**2**

O facto de 66% das prioridades de intervenção das anomalias detectadas serem de níveis 2 e 3 prende-se com dois aspectos: por um lado, o facto de as anomalias com maior incidência serem anomalias estéticas e de perda de aderência e fixação (sujidade superficial, acumulação de detritos e vegetação parasitária / colonização biológica, diferenças de tonalidade e pequenas manchas de corrosão) e, por outro, quando não são estéticas, as anomalias podem ser mais pontuais, com níveis de degradação e severidade reduzidos.

Tal como referido, as anomalias estéticas estão associadas ao aspecto visual e não à segurança ou rotura dos elementos fonte de manutenção, razões que lhes conferem menores valores na análise multicritério em causa. Devido à idade das coberturas analisadas e à clara ausência de um planeamento de manutenção, diversas anomalias estéticas apresentam uma extensão considerável (≥ 21%) e, por consequência, níveis de degradação e severidade também elevados, resultando em intervenções de nível 2 e 3 e não de nível 1 como era expectável. Na Tabela 5.4, são demonstrados, em casos pontuais, os factos referidos. No entanto, posteriormente será apresentada a caracterização das prioridades de intervenção, tendo em consideração os diversos elementos fonte de manutenção em análise. Deste modo, será possível compreender as afirmações anteriores.

Na Figura 5.77, ilustra-se a contribuição de cada grupo de anomalias, relativamente à respectiva prioridade de intervenção.

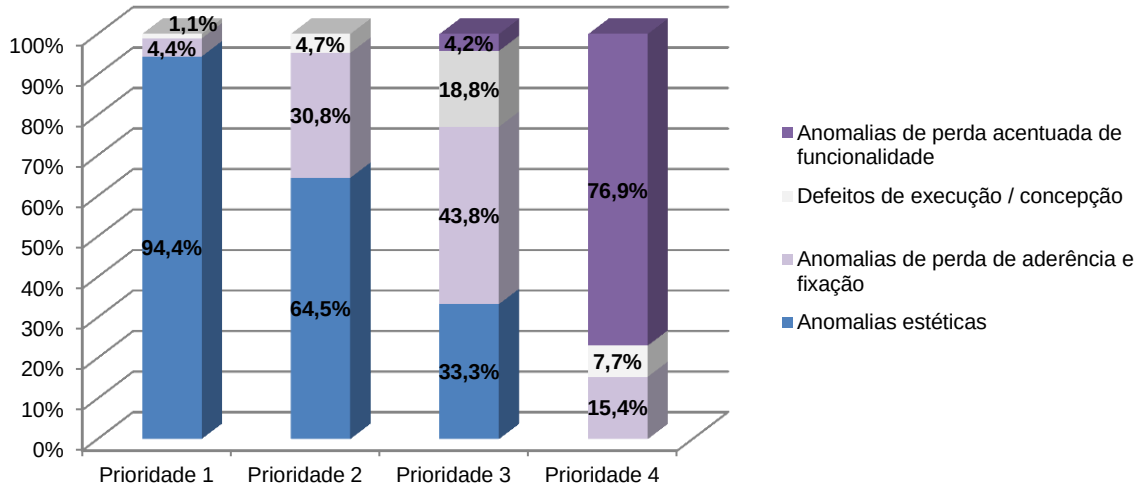


Figura 5.77 Contribuição de cada grupo de anomalias relativamente aos níveis de intervenção em coberturas inclinadas

Observando a Figura 5.77, verifica-se que 94% das anomalias com prioridade 1 são estéticas e apenas 6% são de perda de aderência e fixação (4%) e defeitos de execução / concepção (1%). A tendência repete-se no nível 2 de intervenção, mas verifica-se um aumento considerável não só da percentagem de anomalias de perda de aderência e fixação (31%), como também da percentagem de defeitos de execução (5%).

O aumento da percentagem de anomalias de perda de aderência e fixação e dos defeitos de execução do nível 1 para o nível 2 de prioridade de intervenção justifica-se pelo facto de este tipo de anomalias resultar em pontuações mais altas nos critérios do nível de degradação e severidade da anomalia. As coberturas

cob. 3_i e cob. 18_i apresentadas na Tabela 5.4 demonstram o facto referido, em especial devido ao desprendimento dos elementos de revestimento.

A existência de empolamentos ou fissurações num determinado elemento fonte de manutenção, significa facilmente níveis de degradação superiores e maiores consequências na durabilidade do elemento ou mesmo na funcionalidade de todo o sistema, apesar de a sua extensão ser pouco significativa. O mesmo ocorre com os defeitos de execução pois a própria inclinação insuficiente da caleira de drenagem de água, pode provocar a diminuição acelerada da sua durabilidade e vida útil, apesar de não existir urgência imediata de intervenção.

Relativamente ao nível 3 de intervenção, verifica-se uma predominância de anomalias de perda de aderência e fixação (44%), ao contrário do que se constatou nos níveis anteriores. Posteriormente às inspecções realizadas e ao tratamento de dados das mesmas, constatou-se que diversas anomalias de perda de aderência e fixação, particularmente em revestimentos, sistemas de remates e nos próprios elementos de fixação, apresentavam níveis de degradação e severidade elevados, sendo necessário efectuar acções de beneficiação a curto prazo, sob pena de se permitir a infiltração da água, podendo provocar danos não só na cobertura como no interior do edifício.

Tal como referido, apesar de as anomalias estéticas não apresentarem um peso significativo no correcto funcionamento do elemento e respectiva durabilidade (à excepção da colonização biológica), a extensão das mesmas e a agressividade do meio ambiente influenciam a prioridade de intervenção, em especial do nível 2 para o nível 3. Analisando certos elementos fonte de manutenção como o sistema de drenagem, verifica-se que a própria sujidade superficial e acumulação de detritos pode prejudicar o seu correcto funcionamento e durabilidade. A existência de manchas de corrosão, pode ser considerada uma anomalia estética. No entanto, dependendo da sua extensão e nível de degradação, especialmente em elementos metálicos, é necessária uma maior monitorização do seu desenvolvimento e, posteriormente, uma intervenção a curto prazo (1 a 2 anos). Tal justifica o facto de 33% das anomalias de nível 3 de intervenção corresponderem a anomalias estéticas. A cob. 21_i (ilustrada na Figura 5.46) demonstra claramente o “peso” significativo de acumulação de detritos relativamente ao correcto escoamento de água.

Verifica-se que 4% das anomalias com prioridade de actuação 3 correspondem a anomalias de perda acentuada de funcionalidade. Em casos pontuais, verificaram-se perfurações e roturas no sistema de drenagem que, apesar de apresentarem uma gravidade muito considerável, tinham uma extensão reduzida, resultando valores de prioridade de intervenção no limiar de actuação imediata. Nestes casos, deve-se implementar acções de beneficiação durante o período de um ano.

Por último, analisando a Figura 5.77, verifica-se que 77% das anomalias com maior urgência de reparação correspondem a anomalias de perda acentuada de funcionalidade, sendo os restantes 23% atribuídos a anomalias de perda de aderência e fixação (15%) e defeitos de execução / concepção (8%). Apesar de se terem manifestado apenas em casos pontuais, as anomalias de perda acentuada de funcionalidade podem ter consequências graves a nível de segurança e integridade física de pessoas e bens. A deformação acentuada do revestimento (Tabela 5.4) e estrutura de suporte e a falta de resistência e perda de secção

dos elementos de serralharia são exemplos prejudiciais para o correcto funcionamento de todo o sistema de cobertura e para a segurança dos utentes e os próprios responsáveis pela manutenção do edifício. Na zona costeira analisada, apesar de não ser significativa (apenas cinco coberturas estavam inseridas em meio costeiro), verificou-se uma degradação muito acentuada dos elementos de fixação, originando o desprendimento dos elementos de revestimento e infiltrações existentes na cobertura e interior do edifício. Todas as anomalias detectadas devem ser sujeitas a acções de reparação num período máximo de 6 meses, com o intuito de eliminar o seu desenvolvimento e restabelecer os parâmetros adequados de desempenho dos elementos.

Na Tabela 5.5, demonstram-se alguns factos já referidos (posteriormente serão justificadas as restantes afirmações), tendo em consideração o sistema de drenagem das coberturas inspeccionadas. Todos os valores de prioridade de intervenção foram determinados através da equação proposta no Capítulo 4.

As coberturas apresentadas na Tabela 5.5 estão inseridas em meios ambiente de agressividade diferente, com o intuito de compreender a influência desse factor na urgência de actuação de uma determinada anomalia.

Tabela 5.5 Processo multicritério aplicado a cada anomalia detectada no sistema de drenagem em coberturas inclinadas

	Anomalias	Agressividade do meio	Extensão da anomalia	Nível de degradação	Severidade da anomalia	$P_{intervenção}$	Prioridade de intervenção
Cob. 12_i	A-D 1 Sujidade superficial e acumulação de detritos	3	2	1	1	34%	**1**
	A-D 2 Manchas de água	3	1	3	3	63%	**3**
	A-D 4 Fraca inclinação da secção das caleiras	3	2	1	2	44%	**2**
	A-D 6 Corrosão	3	1	2	2	46%	**2**
Cob. 16_i	A-D 1 Sujidade superficial e acumulação de detritos	3	2	2	4	71%	**3**
	A-D 6 Corrosão	3	1	2	2	46%	**2**
	A-D 7 Perfurações	3	2	4	4	85%	**4**
Cob. 24_i	A-D 1 Sujidade superficial e acumulação de detritos	2	2	2	4	68%	**3**
	A-D 2 Manchas de água	2	2	3	3	66%	**3**
	A-D 5 Rotura das caleiras	2	1	4	4	78%	**3**
	A-D 6 Corrosão	2	1	2	2	44%	**2**
	A-D 7 Perfurações	2	1	4	4	78%	**3**

Na Figura 5.78, apresenta-se a distribuição das prioridades de intervenção para cada elemento fonte de manutenção analisado nas coberturas em estudo, com o intuito de efectuar um plano eficaz de acções de manutenção correctivas.

Tal como era expectável, os revestimentos inspeccionados apresentam uma percentagem muito elevada de anomalias com prioridades 1 e 2 de intervenção. A existência de sujidade superficial, a acumulação de detritos e vegetação parasitária / colonização biológica, consequência de uma manutenção negligente, a inclinação insuficiente e factores ambientais (humidade, poluição atmosférica e presença de água), exigem a realização de acções de manutenção no período máximo de 5 anos. Durante as inspecções realizadas, verificou-se em casos pontuais a deformação excessiva destes elementos, consequência da própria deformação da estrutura de suporte, pelo que, de modo a evitar o desenvolvimento de mais anomalias prejudiciais ao correcto funcionamento de todo o sistema e segurança dos utentes, devem ser sujeitos a acções de reparação num período máximo de 6 meses.

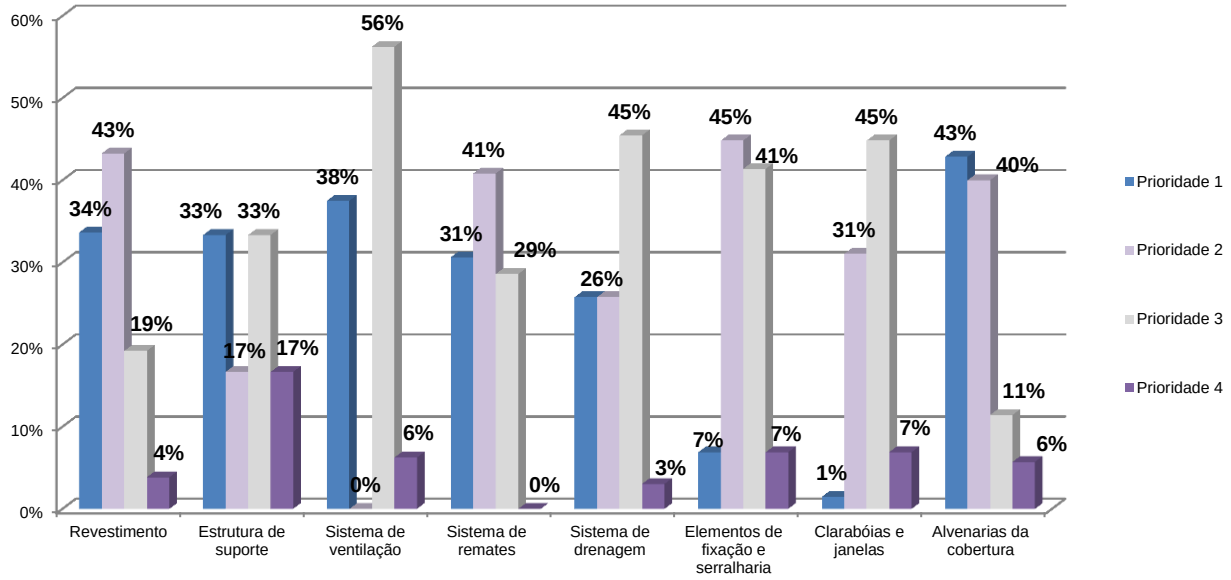


Figura 5.78 Contribuição de cada nível de intervenção nos elementos fonte de manutenção em análise

As coberturas cob. 19_i e cob. 33_i (Figuras 5.50 e 5.52) apresentam ambas fissurações nos elementos de revestimentos, ainda que com extensões e níveis de degradação distintos e consequentemente diferentes níveis de prioridade (Tabela 5.6).

Tabela 5.6 Processo multicritério aplicado a cada anomalia detectada no revestimento de coberturas inclinadas (cob. 19_i e cob. 33_i

	Anomalias	Agressividade do meio	Extensão da anomalia	Nível de degradação	Severidade da anomalia	$P_{intervenção}$	Prioridade de intervenção
Cob. 19_i	A-R 4 Sujidade superficial e acumulação de detritos	2	2	1	1	32%	**1**
	A-R 10 Fissuração / fracturação	2	1	2	2	44%	**2**
Cob. 33_i	A-R 7 Desenvolvimento de vegetação parasitária	2	1	2	2	44%	**2**
	A-R 10 Fissuração / fracturação	2	3	3	3	66%	**3**

Observando a Figura 5.78, verifica-se que as estruturas de suporte analisadas devem ser sujeitas, com urgência, a acções de reparação. Apesar de ter sido analisado um número reduzido, a existência de anomalias na estrutura de suporte pode prejudicar gravemente o correcto funcionamento de todo o sistema de cobertura e de diversos outros elementos construtivos do interior do edifício (Tabela 5.7). A deformação excessiva e o ataque de fungos de podridão e insectos xilófagos constatou-se serem anomalias com gravidade muito acentuada, provocando uma perda de resistência e durabilidade destes elementos, pelo que, após a aplicação do processo multicritério, considerou-se prudente a realização de acções de reparação num período máximo de 6 meses. A existência de anomalias com nível 1 de prioridade neste tipo de elementos justifica-se apenas pelo facto de terem sido detectadas sujidades superficiais e acumulação de detritos em pontos singulares.

A cobertura cob. 1_i (Figura 5.79) é um exemplo dos factos referidos. A existência de ataques de insectos xilófagos, a deformação excessiva da estrutura de suporte e a própria deterioração da madeira em pontos

singulares foram notórias durante a inspecção realizada. O desinteresse pelo estado de conservação, por parte do proprietário do edifício (construído em 1937), e a existência predominante de inquilinos com idades consideráveis originou, por consequência, o nível de degradação acentuado não só da cobertura, como de diversos elementos construtivos do interior do edifício.

Tabela 5.7 Processo multicritério aplicado a cada anomalia detectada na estrutura de suporte de coberturas inclinadas

	Anomalias	Agressividade do meio	Extensão da anomalia	Nível de degradação	Severidade da anomalia	$P_{intervenção}$	Prioridade de intervenção
Cob. 1_i	A-E 1 Deformação acentuada	2	2	4	5	93%	**4**
	A-E 2 Fissuração / fracturação	2	2	3	3	66%	**3**
	A-E 4 Degradação biológica	2	2	4	4	83%	**4**

Relativamente ao sistema de ventilação, verificou-se a inexistência de intervenções a médio prazo (nível 2 de intervenção). Apesar de não apresentarem directamente níveis de degradação e severidade elevados, tal como demonstrado, a correcta execução destes sistemas é muito negligenciada, quer na sua concepção, quer na sua colocação, não permitindo a circulação adequada do ar, necessária à secagem dos elementos de revestimento. Deste modo, deve-se realizar acções a curto prazo (1 a 2 anos), ou seja, nível 3 de intervenção, com o intuito de impedir o desenvolvimento de potenciais anomalias com peso significativo na degradação de todo o sistema de cobertura.

Figura 5.79 Deterioração acentuada dos elementos de madeira de uma estrutura de suporte (cob. 1_i) - edifício de habitação

Tal como referido, durante as inspecções realizadas, apenas se verificaram anomalias estéticas e de perda de aderência e fixação no sistema de remates. Nas coberturas inseridas no meio costeiro, detectaram-se anomalias (empolamentos, fissurações, descolamentos e acumulação de vegetação parasitária) com uma elevada extensão e níveis de degradação consideráveis, consequência de uma manutenção negligente e dos diversos factores agressivos do meio. Deste modo, após a aplicação do processo multicritério, constatou-se a necessidade de intervir a médio / curto prazo na reparação deste tipo de anomalias, resultando os valores dos níveis 2 e 3 de prioridade de intervenção (Tabela 5.8).

Os edifícios de habitação apresentados na Tabela 5.8 são claros exemplos dos factos referidos. Inseridos num meio com uma agressividade muito acentuada, em especial no Inverno (Costa da Caparica), detectaram-se diversas anomalias, cuja origem principal são os próprios agentes ambientais.

Tabela 5.8 Processo multicritério aplicado a cada anomalia detectada na estrutura de suporte de coberturas inclinadas

	Anomalias	Agressividade do meio	Extensão da anomalia	Nível de degradação	Severidade da anomalia	$P_{intervenção}$	Prioridade de intervenção
Cob, 13_i	A-S 3 Fissuração / fracturação	3	2	3	2	59%	**2**
	A-S 5 Empolamentos	3	2	3	3	68%	**3**
	A-S 6 Sujidade superficial e acumulação de detritos	3	1	1	1	29%	**1**
	A-S 7 Acumulação de vegetação parasitária	3	1	2	2	46%	**2**
Cob. 14_i	A-S 2 Descolamento dos remates	3	2	3	3	68%	**3**
	A-S 6 Sujidade superficial e acumulação de detritos	3	3	1	1	39%	**1**
	A-S 7 Acumulação de vegetação parasitária	3	1	2	2	46%	**2**

Na amostra em análise, verificou-se uma degradação considerável do sistema de drenagem. O elemento fonte de manutenção em causa, apesar de apresentar maioritariamente anomalias estéticas e defeitos de execução (em casos pontuais, detectaram-se anomalias estruturais, resultando intervenções de prioridade 4), é considerado um elemento fundamental para o correcto funcionamento e contínua durabilidade do sistema de cobertura. Deste modo, as próprias anomalias estéticas, associadas a uma extensão considerável (40% a 50%), demonstraram ser as causas de diversas anomalias com gravidade considerável em diversas inspecções realizadas (Tabela 5.5). A existência de um número insuficiente de ralos de embocadura e tubos de queda, associada à acumulação de detritos em diversos pontos de escoamento, são exemplos de anomalias que devem ser alvo de intervenção a médio / curto prazo (prioridade 2 e 3 de intervenção, respectivamente).

Relativamente aos restantes elementos fonte de manutenção verificou-se uma menor frequência de anomalias, ainda que justificando serem analisadas e posteriormente reparadas. Durante as inspecções realizadas, particularmente em meio costeiro, detectou-se em diversos casos a corrosão e o descasque de elementos de fixação e serralharia, originando não só o desprendimento de elementos do revestimento e possíveis infiltrações como também a perda de resistência dos mesmos e o aparecimento de manchas de corrosão em outros elementos pertencentes ao sistema de cobertura. Deste modo, durante a aplicação do processo multicritério, conclui-se que este tipo de anomalias poderá encarecer futuras acções de manutenção ou mesmo reduzir a durabilidade de diversos elementos associados, sendo prudente a realização de intervenções a médio / curto prazo, ou seja, intervenções de nível 2 e 3. Em casos pontuais, este tipo de anomalias poderá ter originado a perda de resistência e secção verificada durante as inspecções, implicando acções de beneficiação imediatas, ou seja, no período máximo de 6 meses.

O processo em causa foi realizado tendo em consideração o meio de agressividade onde a cobertura está inserida (dependendo do meio em questão, constata-se distintas evoluções do processo de degradação dos elementos), a extensão da anomalia (anomalias pontuais não apresentam uma urgência de actuação tão acentuada), o nível de degradação (a corrosão acentuada do elemento, ou mesmo a sua perda de resistência, equivalem a níveis de degradação elevados, ao contrário do que ocorre com anomalias que apenas prejudicam a nível estético o elemento) e a severidade da anomalia (caso se verifique uma anomalia que coloque em causa a funcionalidade do elemento ou a segurança dos utentes, a urgência de actuação é imediata). Na Tabela 5.9, demonstram-se os factos referidos, tendo em consideração casos pontuais de coberturas inspeccionadas.

As clarabóias e janelas existentes na amostra em análise devem ser sujeitas maioritariamente a acções de beneficiação a curto / médio prazo (nível 2 e 3 de intervenção), pois o contínuo desenvolvimento de diversas anomalias pode diminuir a própria durabilidade do material e acelerar a degradação de diversos elementos construtivos pertencentes ao interior do edifício. Em casos pontuais, detectaram-se infiltrações muito acentuadas, devido ao nível de degradação destes elementos, implicando acções imediatas de reparação (nível 4 de prioridade de intervenção).

Tabela 5.9 Processo multicritério aplicado a cada anomalia detectada nos elementos de fixação e serralharia de coberturas inclinadas

	Anomalias	Agressividade do meio	Extensão da anomalia	Nível de degradação	Severidade da anomalia	$P_{intervenção}$	Prioridade de intervenção
Cob. 1_i	A-F 1 Corrosão	2	2	3	3	66%	**3**
	A-F 2 Aperto insuficiente ou excessivo dos elementos de fixação	2	2	1	2	41%	**2**
	A-F 5 Descasque	2	2	3	3	66%	**3**
Cob. 9_i	A-F 1 Corrosão	1	1	2	3	51%	**2**
	A-F 3 Ausência ou excesso de fixações	1	1	1	2	34%	**1**
Cob. 13_i	A-F 1 Corrosão	3	3	3	3	73%	**3**
	A-F 5 Descasque	3	2	3	3	68%	**3**
Cob. 14_i	A-F 1 Corrosão	3	3	3	4	83%	**4**
	A-F 3 Ausência ou excesso de fixações	3	2	1	2	44%	**2**
Cob. 20_i	A-F 1 Corrosão	2	3	4	4	88%	**4**
	A-F 5 Descasque	2	1	3	3	61%	**3**
	A-F 6 Fracturação e perda de secção	2	2	4	4	83%	**4**

Por último, a existência de diversas anomalias estéticas nos elementos de alvenaria, originou percentagens elevadas dos níveis 1 e 2 de intervenção, dependendo da agressividade do meio e da sua extensão. Os níveis 3 e 4 de prioridade de intervenção estão associados particularmente à fissuração / fracturação e desagregação detectadas em diversos elementos inspeccionados. A cobertura cob. 12_i demonstra os factos referidos, justificando-se necessária a urgência de actuação imediata, com o intuito de restabelecer a funcionalidade dos elementos em causa e evitar a insegurança dos utentes.

As informações detalhadas sobre a caracterização da prioridade de intervenção em coberturas inclinadas encontram-se nos Anexos A.5.3. e A.5.4.

5.2.4.2. Caracterização da prioridade de intervenção em coberturas planas

Analogamente, aplicou-se o processo multicritério quantitativo, com o intuito de determinar a urgência de intervenção de cada anomalia detectada em coberturas planas. Na Figura 5.80, é possível constatar que o nível 3 de intervenção representa o factor com maior predominância na análise em causa (44%). A realização de acções de reparação a curto prazo (1 a 2 anos) demonstrou ser necessária, de modo a restabelecer os adequados níveis de desempenho de todo o sistema de cobertura.

A necessidade de se realizarem acções de beneficiação a médio prazo (2 a 5 anos), ou seja, intervenções de prioridade 2, apresentou também um peso significativo na amostra analisada, correspondendo a uma frequência relativa de 34%.

Analogamente, detectaram-se diversas anomalias com uma gravidade diminuta, correspondendo à prioridade 1 de intervenção (17%). Nas situações em causa, verificou-se não existir qualquer urgência de actuação, mas a reparação das mesmas continua a ser necessária. Por último, verificou-se uma frequência de 4%, relativamente ao grupo de prioridade 4 de intervenção, correspondendo a acções correctivas urgentes (6 meses).

O facto de 78% das prioridades de intervenção das anomalias detectadas serem de níveis 2 e 3 prende-se com a circunstância de 42% do total de anomalias corresponder a perda de aderência e fixação dos elementos fonte de manutenção em análise. Dependendo da sua extensão e nível de degradação, este tipo de anomalias pode encarecer os custos de futuras acções de manutenção, bem como afectar a durabilidade do próprio material. Por outro lado, as anomalias estéticas estão associadas particularmente ao aspecto visual e não à segurança ou rotura dos elementos, razões que lhes conferem menores valores na análise multicritério em causa e, consequentemente, a atribuição de prioridades de intervenção de nível 1.

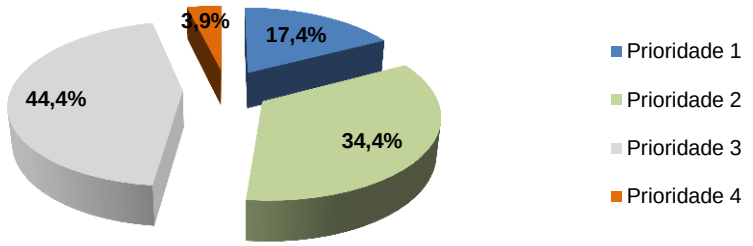


Figura 5.80 Distribuição das prioridades de intervenção das anomalias detectadas em coberturas planas

A título de exemplo, é possível afirmar que não existe qualquer tipo de urgência de actuação, relativamente à limpeza da camada de protecção da cobertura cob. 4_{ii}, pois apenas afecta o revestimento a nível estético. Por outro lado, relativamente às coberturas cob. 6_{ii} e cob. $14_{ii,}$ verificou-se, em ambos os casos, empolamentos no sistema de remates, mas com extensões e níveis de degradação distintos, resultando prioridades de intervenções também diferentes (prioridade 3 e 2, respectivamente), apesar de diminuírem a durabilidade do elemento (Tabela 5.10).

Tabela 5.10 Processo multicritério aplicado a cada anomalia detectada no sistema de remates de coberturas planas

	Anomalias	Agressividade do meio	Extensão da anomalia	Nível de degradação	Severidade da anomalia	$P_{intervenção}$	Prioridade de intervenção
Cob. 6_{ii}	A-S 1 Fissuração / fracturação	2	2	2	2	49%	**2**
	A-S 2 Empolamentos	2	2	3	3	66%	**3**
Cob. 14_{ii}	A-S 1 Fissuração / fracturação	2	2	2	2	49%	**2**
	A-S 2 Empolamentos	2	1	2	3	54%	**2**
	A-S 3 Altura insuficiente dos remates	2	2	1	2	41%	**2**
	A-S 7 Sujidade superficial ou acumulação de detritos e vegetação parasitária	2	2	2	2	49%	**2**

Na Figura 5.81, ilustra-se a contribuição de cada grupo de anomalias, relativamente à respectiva prioridade de intervenção.

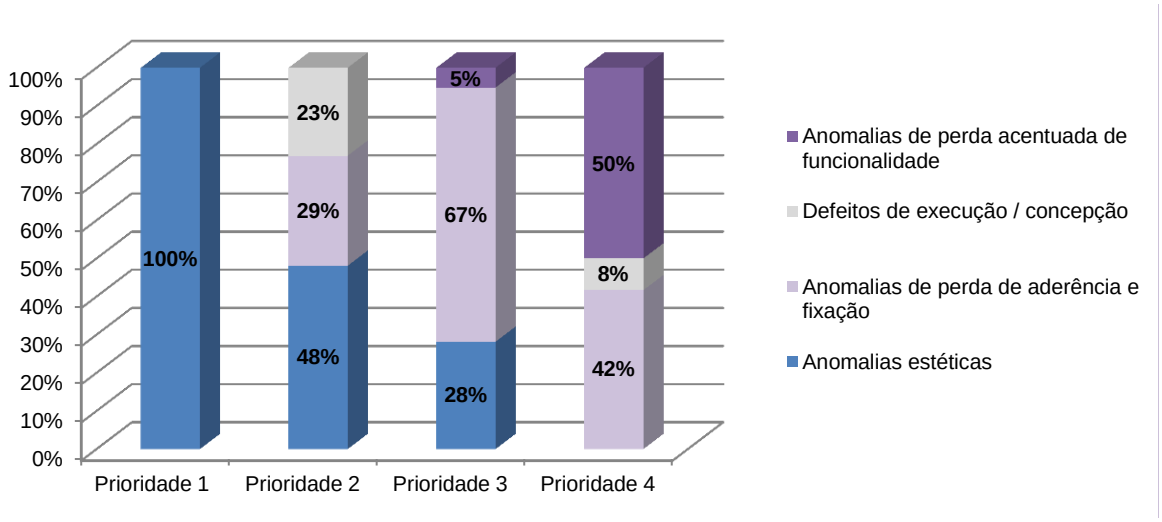


Figura 5.81 Contribuição de cada grupo de anomalias relativamente aos níveis de intervenção em coberturas planas

Na Figura 5.81, ilustra-se o facto já referido, ou seja, 100% das anomalias com prioridade 1 são estéticas, realçando a importância de reparação dos restantes tipos de anomalias detectados durante as inspecções. A tendência repete-se no nível 2 de intervenção, apesar de se constatar a existência de anomalias de perda de aderência e fixação (29%) e dos próprios defeitos de execução (23%). Na amostra em análise, detectaram-se diversas anomalias de perda de aderência e fixação com uma extensão reduzida (20% a 30%) e níveis de degradação pouco significativos, implicando acções de reparação a médio prazo (2 a 5 anos), ainda que com necessidade de monitorizar o seu desenvolvimento. São exemplo desse tipo de anomalias pequenas fissurações na camada de impermeabilização e sistema de remates e empolamentos com níveis de degradação baixos, diminuindo apenas ao longo do tempo a durabilidade do elemento.

Analogamente, a cobertura cob. 14_{ii} apresenta anomalias de perda de aderência (fissurações e empolamentos) com uma extensão reduzida (Tabela 5.10). A aplicação do processo multicritério proposto demonstra um nível de intervenção 2, resultando acções de reparação a médio prazo (2 a 5 anos). Apesar das anomalias detectadas, verificou-se a existência de diversas acções de manutenção ao longo da vida útil do edifício e uma preocupação acrescida pelo seu estado de conservação e pelo bem-estar dos utentes.

Relativamente ao nível 3 de intervenção, verifica-se uma predominância de anomalias de perda de aderência e fixação (67%), ao contrário do que se constatou nos níveis anteriores (idêntico em ambos os sistemas de cobertura). Durante as inspecções realizadas, verificou-se que a maioria das anomalias detectadas, pertencentes ao grupo de perda de aderência e fixação, apresentavam uma extensão elevada, bem como níveis de degradação e severidade, sendo necessária a realização de acções de reparação a curto prazo, ou seja, num período de tempo de 1 a 2 anos. A existência de empolamentos e desprendimentos da camada de impermeabilização foram as principais causas de diversas infiltrações de água, acelerando a degradação não só dos mesmos, como também de outros elementos construtivos pertencentes à cobertura e ao interior do edifício. Analogamente às coberturas inclinadas, verificou-se que

as anomalias estéticas, como a sujidade superficial e acumulação de detritos no sistema de drenagem, podem prejudicar o correcto funcionamento de diversos elementos, neste caso o próprio escoamento da água e, por consequência, diminuir a durabilidade dos materiais (este tipo de anomalias poderão originar outras com gravidade mais acentuada). Deste modo, é necessário intervir a curto prazo, com o intuito de impedir o seu desenvolvimento.

De referir que 5% das anomalias com prioridade de actuação 3 correspondem a anomalias estruturais. Em casos pontuais, verificaram-se perfurações no sistema de drenagem e perda de resistência dos elementos de serralharia que, apesar de apresentarem uma gravidade muito considerável, se encontravam ainda num estado pouco avançado de degradação, resultando em valores de prioridade de intervenção no limiar de actuação imediata. Nestes casos, deve-se implementar acções de beneficiação durante o período de um ano.

Por último, analisando a Figura 5.81, verifica-se que 50% das anomalias com maior urgência de reparação correspondem a anomalias de perda de aderência e fixação, sendo os restantes 50% atribuídos a anomalias de perda acentuada de funcionalidade (42%) e defeitos de execução / concepção (8%). Apesar de se terem manifestado apenas em casos pontuais, as anomalias de perda de funcionalidade podem ter consequências graves a nível de segurança e integridade física de pessoas e bens, justificando assim a menor frequência relativamente às anomalias de perda de aderência e fixação. Durante as inspecções realizadas, constataram-se diversas anomalias de perda de aderência com um nível de degradação muito acentuado (descolamento de ladrilhos), originando por consequência, infiltrações generalizadas. De modo a impedir o desenvolvimento deste tipo de anomalias e a degradação acelerada da cobertura e elementos do interior do edifício (especialmente o tecto do último piso), verificou-se ser prudente a realização de acções de reparação no período de tempo máximo de 6 meses.

Na cob. 23_{ii}, detectou-se uma degradação considerável da camada de protecção (descolamento e fissuração) e consequentemente infiltrações no tecto do último piso. Os fogos do último piso encontram-se totalmente desocupados, não existindo a possibilidade de reclamações, relativamente ao seu estado de conservação.

Na Figura 5.82, apresenta-se a distribuição das prioridades de intervenção para cada elemento fonte de manutenção analisado nas coberturas em estudo, com o intuito de efectuar um plano eficaz de acções de manutenção correctivas.

Tal como esperado, a estrutura de suporte de diversas coberturas inspeccionadas apresenta apenas anomalias com níveis 3 e 4 de intervenção, pois não se detectaram, durante as inspecções realizadas, anomalias estéticas neste tipo de elementos. Constatou-se que a falta de resistência / rigidez, a existência de fendilhação e a presença de humidade neste tipo de elementos são em anomalias com uma gravidade tal que a sua reparação imediata ou a curto prazo (período de tempo de 6 meses a 1 ano) seria de extrema importância para restabelecer os seus níveis de desempenho e a segurança dos próprios utentes do edifício.

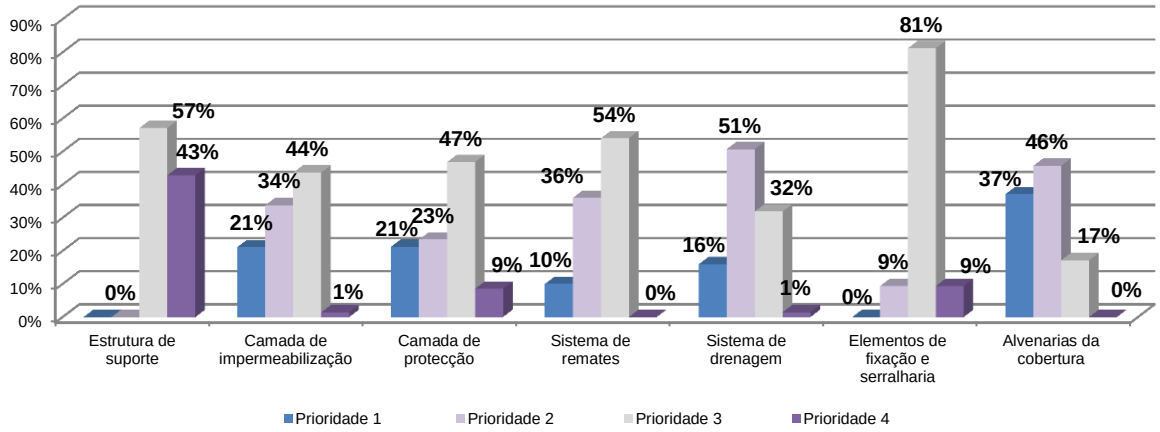


Figura 5.82 Contribuição de cada nível de intervenção nos elementos fonte de manutenção de coberturas planas

Observando a Figura 5.82, verifica-se que a camada de impermeabilização apresenta uma percentagem elevada de anomalias com prioridade 2 e 3 de intervenção. Durante as inspecções realizadas, detectou-se a existência de empolamentos do material, bem como fissurações enrugamentos e desprendimentos que, dependendo da sua extensão e nível de degradação, poderão diminuir a sua durabilidade e originar as diversas infiltrações observadas nos sistemas de cobertura analisados. Deste modo, após ter sido aplicado o processo multicritério demonstrou-se, tal como seria expectável, a necessidade de intervir a médio / curto prazo na reparação da maioria das anomalias referidas, resultando a frequência relativa dos níveis 2 e 3 de intervenção. Por outro lado, a existência de anomalias estéticas, em especial sujidade superficial, acumulação de detritos e vegetação parasitária, associadas ao aspecto visual e não particularmente à segurança ou rotura do elemento, verificou-se não apresentar qualquer urgência de reparação, resultando a frequência relativa de 21% do nível 1 de intervenção (Tabela 5.11).

Tabela 5.11 Processo multicritério aplicado a cada anomalia detectada na camada de impermeabilização de coberturas planas

	Anomalias	Agressividade do meio	Extensão da anomalia	Nível de degradação	Severidade da anomalia	$P_{intervenção}$	Prioridade de intervenção
Cob. 2_{ii}	A-I 1 Fissuração generalizada	2	3	4	3	78%	**3**
	A-I 10 Sujidade superficial ou acumulação de detritos	2	2	1	1	32%	**1**
	A-I 11 Acumulação de água e manchas de corrosão	2	2	3	3	66%	**3**
Cob. 6_{ii}	A-I 2 Fissuração localizada	2	1	2	2	44%	**2**
	A-I 6 Empolamentos	2	1	3	3	61%	**3**
	A-I 10 Sujidade superficial ou acumulação de detritos	2	2	1	1	32%	**1**
	A-I 11 Acumulação de água e manchas de corrosão	2	1	2	2	44%	**2**
	A-I 12 Acumulação de vegetação parasitária	2	2	2	2	49%	**2**
Cob. 12_{ii}	A-I 2 Fissuração localizada	2	2	2	2	49%	**2**
	A-I 3 Perfurações	2	2	4	4	83%	**4**
	A-I 5 Enrugamentos ou dobras	2	2	3	3	66%	**3**
	A-I 10 Sujidade superficial ou acumulação de detritos	2	3	1	1	37%	**1**
	A-I 11 Acumulação de água e manchas de corrosão	2	2	3	3	66%	**3**
	A-I 12 Acumulação de vegetação parasitária	2	1	2	2	44%	**2**

Relativamente à camada de protecção das coberturas inspeccionadas, verificou-se uma distribuição equilibrada dos três primeiros níveis de intervenção. A existência de anomalias estéticas e de perda de aderência foi notória na amostra analisada. Tal como demonstrado, o desenvolvimento de eflorescências e manchas de água e corrosão no sistema de protecção foi frequente mas, apesar de serem anomalias estéticas, a sua reparação a curto prazo (nível 3 de intervenção) é necessária, pois poderão originar diversas anomalias com gravidade considerável e consequentemente diminuir a durabilidade do próprio material. Por outro lado, a fissuração e o descolamento dos elementos de protecção demonstraram ser, após a aplicação do processo multicritério, anomalias com uma gravidade acentuada, originando em diversos casos problemas no seu correcto funcionamento e a diminuição da durabilidade do material. Deste modo, será uma mais valia a sua reparação a médio / curto prazo, com o intuito de impedir o desenvolvimento de infiltrações no sistema de cobertura.

Analogamente, durante as inspecções realizadas apenas se verificaram anomalias estéticas e de perda de aderência no sistema de remates, resultando prioridades de intervenção de nível 2 e 3 maioritariamente. A frequência relativa de 10% de anomalias com prioridade 1 de intervenção deve-se exclusivamente à existência de sujidades superficiais e acumulação de detritos no sistema de remates, prejudicando apenas o aspecto visual do elemento e não a sua segurança e perigo de rotura.

Na amostra em análise, verificou-se um total desinteresse pelo estado de conservação do sistema de drenagem, originando anomalias que poderiam ser evitadas com simples acções de manutenção. Durante as inspecções, constatou-se que, apesar de apresentarem maioritariamente anomalias estéticas e defeitos de execução / concepção (em casos pontuais, detectaram-se anomalias de perda acentuada de funcionalidade, resultando intervenções de prioridade 4), o estado de desenvolvimento deste tipo de anomalias era de tal forma elevado que poderia colocar em causa não só a sua durabilidade, como também o correcto funcionamento do sistema (escoamento de água) e restantes elementos fonte de manutenção em análise. Deste modo, as próprias anomalias estéticas, associadas com uma elevada extensão, demonstraram ser as causas de diversas anomalias com gravidade considerável, resultando a necessidade de intervir a médio / curto (níveis 2 e 3 de intervenção) e restabelecer os adequados níveis de desempenho (Tabela 5.12).

Tabela 5.12 Processo multicritério aplicado a cada anomalia detectada no sistema de drenagem de coberturas planas

	Anomalias	Agressividade do meio	Extensão da anomalia	Nível de degradação	Severidade da anomalia	$P_{intervenção}$	Prioridade de intervenção
Cob. 23_{ii}	A-D 1 Sujidade superficial ou acumulação de detritos e vegetação parasitária	2	2	2	2	49%	**2**
	A-D 2 Manchas de água	2	2	3	3	66%	**3**
	A-D 3 Fissuração / fracturação	2	2	2	2	49%	**2**
	A-D 4 Fraca inclinação da secção das caleiras	2	3	1	2	46%	**2**

Tal como demonstrado, a cobertura cob. 23_{ii} apresenta uma acumulação excessiva de detritos, impedindo o correcto escoamento de água. A inclinação reduzida da secção das caleiras, associada à anomalia anterior, poderá ter originado as manchas de água detectadas durante a inspecção e o nível de degradação da

camada de protecção. De acordo com as informações disponibilizadas, foi realizada uma limpeza geral em 2008, justificando assim o estado de degradação do sistema de drenagem.

Relativamente aos restantes elementos fonte de manutenção, verificou-se uma menor frequência de anomalias, ainda que justificando serem analisadas, com o intuito de determinar as prioridades de intervenção. Durante as inspecções realizadas, detectou-se em diversos casos a corrosão e o descasque de elementos de fixação e serralharia, originando não só o desprendimento de equipamentos, como também a perda de resistência dos mesmos e o aparecimento de manchas de corrosão em outros elementos pertencentes ao sistema de cobertura. Deste modo, durante a aplicação do processo multicritério, concluiu-se que este tipo de anomalias poderá encarecer futuras acções de manutenção ou mesmo reduzir a durabilidade de diversos elementos associados, sendo prudente a realização de intervenções a médio / curto prazo, ou seja, intervenções de nível 2 e 3. Em casos pontuais, este tipo de anomalias poderá ter originado a perda de resistência e secção verificada durante as inspecções, implicando acções de beneficiação imediatas, ou seja, no período máximo de 6 meses (Tabela 5.13). Na cob. 18_{ii}, detectou-se a perda de secção acentuada de uma guarda (elemento de serralharia), demonstrando a necessidade de intervenção imediata.

Tabela 5.13 Processo multicritério aplicado a cada anomalia detectada nos elementos de serralharia de coberturas planas

	Anomalias	Agressividade do meio	Extensão da anomalia	Nível de degradação	Severidade da anomalia	$P_{intervenção}$	Prioridade de intervenção
Cob. 18_{ii}	A-F 1 Corrosão	2	3	3	3	71%	**3**
	A-F 4 Perda de resistência	2	2	4	5	93%	**4**
	A-F 5 Descasque	2	2	3	3	66%	**3**
	A-F 6 Perda de secção	2	1	4	5	88%	**4**

Por último, a existência de diversas anomalias estéticas nos elementos de alvenaria originou percentagens elevadas dos níveis 1 e 2 de intervenção, dependendo da agressividade do meio e da sua extensão. O nível 3 de prioridade de intervenção está associado particularmente à fissuração / fracturação e desagregação detectadas em diversos elementos inspeccionados.

A análise das prioridades de intervenção é fundamental na aferição da proposta teórica. Por um lado, irá permitir o planeamento das acções correctivas após a inspecção segundo o tipo de anomalias e, por outro, a optimização do planeamento das acções pró-activas a realizar.

As informações detalhadas sobre a caracterização da prioridade de intervenção em coberturas inclinadas encontram-se nos Anexos A.5.4. e A.5.5.

5.2.5. Planeamento das acções de manutenção correctiva

Tal como referido, as medidas de manutenção correctivas são procedimentos específicos de eliminação das causas prováveis das anomalias detectadas nas inspecções realizadas, tendo como objectivo principal o restabelecimento dos adequados níveis de qualidade e desempenho para posterior implementação do planeamento de manutenção pró-activa.

Com o intuito de sistematizar as acções correctivas, foi necessário analisar as anomalias e causas de todos os elementos fonte de manutenção do sistema de cobertura e só depois sugerir as acções com base no estipulado no Capítulo 4 e na informação das inspecções realizadas.

De acordo com a análise realizada, os níveis de degradação acentuados poderão obrigar a uma substituição parcial (intervenção ligeira) ou mesmo total (intervenção profunda) do elemento fonte de manutenção. Verificou-se ainda que, em diversos casos, a substituição total do elemento não só é economicamente mais viável, como garante o restabelecimento dos níveis adequados de desempenho.

Nas Tabelas 5.14 a 5.17, foram associadas às anomalias identificadas nos diversos elementos fonte de manutenção de coberturas inclinadas em análise as acções de manutenção correctiva, bem como a prioridade de intervenção, com o intuito de tipificar as propostas do Capítulo 4.

Apenas foram indicadas as acções de reparação, já que o seu desenvolvimento em detalhe não se enquadra no âmbito desta dissertação.

Tabela 5.14 Acções correctivas de acordo com as anomalias detectadas nos diversos elementos fonte de manutenção de coberturas inclinadas

Sistema de coberturas inclinadas				
EFM		**Anomalias**	**$P_{intervenção}$**	**Acções correctivas**
Revestimento	**Telha cerâmica**	A-R 1 Deformação acentuada	4	Reforço da estrutura de suporte através do aumento da sua secção ou aplicação de fibras de carbono, armaduras longitudinais ou argamassa epóxida armada. Aplicação de elementos intermédios, com o intuito de conferir maior estabilidade. Substituição do revestimento por outro com menor peso
		A-R 2 Desalinhamento dos elementos	2 / 3 / 4	Os elementos devem ser retirados e recolocados correctamente. Reforço dos elementos de fixação. Substituição dos mesmos por outros com melhores características, caso se verifique necessário
		A-R 3 Desprendimento dos elementos	3	
		A-R 4 Sujidade superficial e acumulação de detritos	1 / 2	Limpeza com jacto de água com ou sem abrasivos, escovagem manual, jacto de ar comprimido. Aplicação de produtos químicos como anti-fungicidas. Aplicação de uma adequada ventilação
		A-R 5 Corrosão	2	
		A-R 7 Acumulação de vegetação parasitária	2	
		A-R 8 Diferenças de tonalidade	1 / 2	Limpeza dos elementos afectados. Caso se verifique necessário, substituição dos elementos danificados por outros com maior resistência a agentes atmosféricos
		A-R 10 Fissuração / fracturação	2 / 3	Substituição dos elementos danificados
	Telha de micro-betão	A-R 2 Desalinhamento dos elementos	3	Os elementos devem ser retirados e recolocados correctamente. Reforço dos elementos de fixação
		A-R 4 Sujidade superficial e acumulação de detritos	1	Limpeza com jacto de água com ou sem abrasivos, escovagem manual, jacto de ar comprimido
		A-R 10 Fissuração / fracturação	3	Substituição dos elementos danificados

Tabela 5.15 Acções correctivas de acordo com as anomalias detectadas nos diversos elementos fonte de manutenção de coberturas inclinadas (continuação)

Sistema de coberturas inclinadas				
EFM		**Anomalias**	**$P_{intervenção}$**	**Acções correctivas**
Revestimento	**Fibrocimento / naturocimento**	A-R 4 Sujidade superficial e acumulação de detritos	1	Limpeza com jacto de água com ou sem abrasivos, escovagem manual, jacto de ar comprimido. Aplicação de produtos químicos como anti-fungicidas. Aplicação de uma adequada ventilação
		A-R 7 Desenvolvimento de vegetação parasitária	2	
		A-R 10 Fissuração / fracturação	2	Substituição dos elementos danificados
	Metálico	A-R 3 Desprendimento de elementos	3	Os elementos devem ser retirados e recolocados correctamente. Reforço dos elementos de fixação. Substituição dos mesmos por outros com melhores características, caso se verifique necessário
		A-R 4 Sujidade superficial e acumulação de detritos	1	Limpeza com água corrente e um solvente neutro. Aplicação de jacto de água e, caso se verifique necessário, aplicar produtos químicos
		A-R 5 Corrosão	2 / 3	Limpeza através da lixiviação, vapor de água ou água quente a pressão e produtos tensioactivos. Repintar e aplicar a protecção anti-corrosiva. Substituição dos elementos afectados, caso se verifique necessário
		A-R 7 Acumulação de vegetação parasitária	2	Limpeza com água corrente e um solvente neutro. Aplicação de jacto de água e, caso se verifique necessário, aplicar produtos químicos. Posteriormente, aplicação de produtos anti-fungicidas
		A-R 8 Diferenças de tonalidade	1	Limpeza dos elementos afectados, repintura e aplicação de produtos anti-corrosivos
		A-R 10 Fissuração / fracturação	2 / 3	Substituição dos elementos danificados
	Plástico	A-R 1 Deformação acentuada	4	Reforço da estrutura de suporte através do aumento da sua secção ou aplicação de fibras de carbono, armaduras longitudinais ou argamassa epóxida armada. Aplicação de elementos intermédios, com o intuito de conferir maior estabilidade. Substituição do revestimento por outro com menor peso
		A-R 3 Desprendimento de elementos	3	Os elementos devem ser retirados e recolocados correctamente. Reforço dos elementos de fixação. Substituição dos mesmos por outros com melhores características, caso se verifique necessário
		A-R 7 Desenvolvimento de vegetação parasitária	2	Limpeza com água corrente e um detergente liquido. Aplicação de produtos anti-fungicidas
Estrutura de suporte		A-E 1 Deformação acentuada	4	Reforço da estrutura de suporte através do aumento da sua secção ou aplicação de fibras de carbono, armaduras longitudinais ou argamassa epóxida armada. Aplicação de elementos intermédios, com o intuito de conferir maior estabilidade. Substituição do revestimento por outro com menor peso

Tabela 5.16 Acções correctivas de acordo com as anomalias detectadas nos diversos elementos fonte de manutenção de coberturas inclinadas (continuação)

Sistema de coberturas inclinadas			
EFM	**Anomalias**	**$P_{intervenção}$**	**Acções correctivas**
Estrutura de suporte	A-E 2 Fissuração / fracturação	2 / 3	Substituição dos elementos afectados ou aplicação de produtos aglutinantes
	A-E 3 Acumulação superficial e acumulação de detritos	1	Limpeza através de escovagem manual
	A-E 4 Degradação biológica	3 / 4	Substituição dos elementos afectados, nos casos em que a madeira está muito afectada. Nos restantes casos, aplicação de produtos termoplásticos e posteriormente produtos fungicidas e termicidas. Aplicação de uma adequada ventilação
	A-E 9 Corrosão	2	Remoção e aplicação de uma membrana protectora
	A-E 10 Humidade	3	Reparação através da aplicação de produtos hidrófugos
Sistema de remates	A-S 2 Descolamento dos remates	2 / 3	Substituição dos elementos afectados e aplicação adequada de novos materiais com melhores características
	A-S 3 Fissuração / fracturação	2 / 3	
	A-S 4 Altura insuficiente dos remates	2	Remoção dos elementos e colocação de novos remates com alturas superiores
	A-S 5 Empolamentos	3	Substituição dos elementos afectados e aplicação adequada de novos materiais com melhores características
	A-S 6 Sujidade superficial e acumulação de detritos	1	Limpeza com jacto de água com ou sem abrasivos, escovagem manual, jacto de ar comprimido. Aplicação de produtos químicos como anti-fungicidas
	A-S 7 Acumulação de vegetação parasitária	2	
Sistema de drenagem	A-D 1 Sujidade superficial e acumulação de detritos	1 / 2 / 3	Limpeza com água corrente e um solvente neutro ou escovagem manual
	A-D 2 Manchas de água	3	Substituição das caleiras por outras com uma maior inclinação. Em diversos casos, as manchas de água são eliminadas com a própria remoção dos detritos existentes.
	A-D 4 Fraca inclinação da secção das caleiras	1 / 2	
	A-D 5 Rotura das caleiras	3	Substituição dos elementos por outros com melhores características
	A-D 6 Corrosão	2	Limpeza através da lixiviação, vapor de água ou água quente a pressão e produtos tensioactivos. Repintar e aplicar a protecção anti-corrosiva
	A-D 7 Perfurações	3 / 4	Substituição dos elementos afectados
	A-D 8 Inexistência / insuficiência de ralos de embocadura ou tubos de queda	3	Redimensionamento do sistema de drenagem e colocação de um maior número de ralos de embocadura e tubos de queda
Sistema de drenagem	A-D 8 Inexistência / insuficiência de ralos de embocadura ou tubos de queda	3	Redimensionamento do sistema de drenagem e colocação de um maior número de ralos de embocadura e tubos de queda
Elementos de fixação e serralharia	A-F 1 Corrosão	2 / 3 / 4	Substituição dos elementos de fixação afectados por outros em aço inoxidável (meio costeiro) ou aço galvanizados (meio rural ou urbano). Aplicação de um capuz plástico, de modo a apresentarem maior resistência aos agentes atmosféricos. No caso de elementos de serralharia, deve-se realizar a remoção e aplicação de uma membrana protectora. Aplicação de produtos anti-corrosivos. Substituição dos elementos, caso se verifique necessário

Tabela 5.17 Acções correctivas de acordo com as anomalias detectadas nos diversos elementos fonte de manutenção de coberturas inclinadas (continuação)

Sistema de coberturas inclinadas			
EFM	**Anomalias**	**$P_{intervenção}$**	**Acções correctivas**
Elementos de fixação e serralharia	A-F 2 Aperto insuficiente ou excessivo dos elementos de fixação	2	Execução de apertos eficazes em todos os elementos afectados
	A-F 3 Ausência ou excesso de fixações	1 / 2	Colocação de um número suficiente de elementos de fixação. Remoção dos elementos desnecessários
	A-F 5 Descasque	3	Reparar os elementos através da decapagem, seguindo-se a limpeza, aplicação do primário e membrana anti-corrosvia
	A-F 6 Fracturação e perda de secção	4	Reforço dos elementos afectados. Substituição dos mesmos, caso se verifique necessário
Clarabóias e janelas	A-C 1 Fissuração / fracturação	2 / 3	Substituição dos elementos afectados
	A-C 3 Pintura empolada / descasque da pintura	2 / 3	Repintura dos elementos
	A-C 4 Corrosão	3	Remoção e aplicação de uma membrana protectora. Aplicação de produtos anti-corrosivos
	A-C 6 Sujidade superficial e acumulação de detritos em pontos singulares	1	Limpeza através de escovagem manual
	A-C 7 Infiltrações	3 / 4	Diagnóstico complementar para apurar as causas
Alvenarias da cobertura	A-A1 Fissuração / fracturação	2 / 3	Reparação dos elementos afectados com utilização de produtos elásticos e ligantes no assentamento e no fechamento das fissuras
	A-A 2 Sujidade superficial e acumulação de detritos	1	Limpeza com jacto de água com ou sem abrasivos, escovagem manual, jacto de ar comprimido. Aplicação de produtos químicos como anti-fungicidas. Aplicação de uma adequada ventilação
	A-A 3 Acumulação de vegetação parasitária	2	
	A-A 4 Desagregação	4	Reparação dos elementos afectados com utilização de produtos elásticos e ligantes. Substituição do elemento, caso se verifique necessário
Sistema de ventilação	A-V 1 Sujidade superficial e acumulação de detritos	1	Limpeza através de escovagem manual dos elementos afectados
	A-V 2 Ausência do sistema de ventilação	4	Aplicação de elementos que complementam a ventilação (orifícios no beiral, janelas, grelhas, telhas ou ventiladores). Remoção dos elementos, com o intuito de os colocar correctamente
	A-V 3 Distribuição incorrecta dos elementos de ventilação	3	

Apesar de as acções correctivas serem difíceis de padronizar, foi possível verificar uma tendência como se mostrou nas Tabelas 5.14 a 5.17. Observando as tabelas, constata-se que, independentemente do elemento em análise e do grau de prioridade, na presença de sujidade superficial, acumulação de detritos ou vegetação parasitária / colonização biológica, devem-se efectuar limpezas, com o intuito de eliminar as anomalias em causa, distinguindo-se apenas pelos produtos a aplicar. Relativamente à existência de diferenças de tonalidade no revestimento, é possível estabelecer que, sempre que a anomalia em causa apresentar o nível de prioridade 1, efectua-se apenas a limpeza dos elementos afectados e, no caso de

revestimentos metálicos, aplica-se uma nova pintura e posterior protecção anti-corrosiva. Por outro lado, se o nível de intervenção for 2, a aplicação da técnica anterior não será suficiente para eliminar a anomalia em causa (os agentes atmosféricos degradaram excessivamente a tonalidade do revestimento), pelo que a solução mais vantajosa será a substituição dos elementos afectados por outros com melhores propriedades.

Tal como referido, a existência de manchas de corrosão pode ser considerada uma anomalia estética em diversos elementos analisados, ainda que apresente uma importância de intervenção acrescida. Nos revestimentos, sistema de drenagem, clarabóias e janelas, caso o nível de intervenção seja 2, tal significa que o estado de degradação do elemento não é muito significativo, pelo que a limpeza e, no caso de elementos metálicos, a aplicação de uma nova pintura e produtos anti-corrosivos é suficiente para a sua eliminação. Por outro lado, caso se verifique um nível 3 de intervenção, deve-se efectuar a substituição dos elementos afectados, pois o estado de degradação e a extensão da anomalia são consideravelmente elevados.

No caso de anomalias de perda de aderência e fixação, foi possível avaliar diversas situações distintas. Á excepção dos elementos em alvenaria, verificou-se que, caso se detectem fissurações ou fracturações nos elementos fonte de manutenção em análise, a solução mais vantajosa é a substituição dos elementos afectados (nível 2 de intervenção) e, caso a sua extensão e nível de degradação (nível 3 de intervenção) sejam elevados, a substituição total do elemento é preferível. Relativamente aos elementos de alvenaria, a reparação das fissuras pode ser uma solução válida, existindo diversas técnicas, das quais se pode referir a utilização de produtos ligantes, com o intuito de assentar e fechar as fissuras. Tal como referido, o desalinhamento dos elementos do revestimento é uma consequência de uma fixação ineficaz, constatando-se que, caso se verifique níveis de intervenção 2 ou 3, a remoção dos elementos afectados e a sua recolocação correcta, associada com um reforço das fixações, é suficiente para a eliminação desta anomalia. Por outro lado, caso a extensão da anomalia em causa e respectivas consequências no correcto funcionamento do elemento sejam elevadas (nível 4 de intervenção), a solução mais vantajosa será a sua substituição.

Relativamente à existência de corrosão e descasque nos elementos de serralharia, verificou-se duas situações distintas: caso o nível de intervenção seja 3, é vantajosa a sua remoção, decapagem e posteriormente uma nova pintura com produtos anti-corrosivos; por outro lado, caso se verifique um nível 4 de intervenção, a substituição do elemento afectado será a solução mais vantajosa.

Tendo em consideração o descolamento, empolamento e altura insuficiente dos remates, constatou-se que, independentemente do nível de intervenção, a solução mais adequada será a substituição dos elementos afectados e a aplicação correcta de novos materiais com melhor resistência aos agentes atmosféricos e aderência.

A existência de manchas de água no sistema de drenagem é uma consequência clara de uma inclinação insuficiente das caleiras. Deste modo, a substituição deste elemento e a colocação de outro com maior inclinação é a solução mais vantajosa para a eliminação das manchas de água e possíveis acumulações de detritos, independentemente do nível de intervenção. Tal como demonstrado, detectou-se em diversos casos o descasque e o empolamento da pintura das janelas e clarabóias com distintas extensões. No

entanto, independentemente do nível de intervenção, as anomalias em causa são passíveis de serem reparadas apenas com a decapagem do elemento e a realização de uma nova pintura.

Relativamente à degradação biológica detectada nas estruturas de suporte analisadas, constatou-se que, caso o nível de intervenção seja 3, a aplicação de produtos termoplásticos e posteriormente produtos fungicidas e térmicidas, associada com uma adequada ventilação, é suficiente para a sua eliminação. Por outro lado, caso se verifique um nível 4 de intervenção, a substituição total ou parcial da estrutura de suporte é a solução mais vantajosa de ser aplicada.

Nas Tabelas 5.18 a 5.20, apresenta-se uma análise idêntica mas para coberturas planas. O estudo em causa é sucinto, de modo a compreender quais os procedimentos a efectuar durante um plano de manutenção correctiva.

Caso se verifique necessário, todo o procedimento em causa deve ser auxiliado com documentação adequada, a qual apresenta descrições pormenorizadas de técnicas de reparação de coberturas.

Durante as inspecções realizadas, verificaram-se diversas prioridades de intervenção para o mesmo tipo de anomalia. No entanto, poderá constatar-se nas tabelas seguintes que as medidas correctivas são idênticas em diversas situações.

A existência de anomalias idênticas em EFM distintas implicará também as mesmas medidas correctivas. No entanto, verificou-se ser importante a separação das mesmas, de modo a estudar isoladamente cada elemento fonte de manutenção.

Tabela 5.18 Acções correctivas de acordo com as anomalias detectadas nos diversos elementos fonte de manutenção de coberturas planas

Sistema de coberturas planas			
EFM	**Anomalias**	**$P_{intervenção}$**	**Acções correctivas**
Estrutura de suporte	A-E 2 Fissuração / fracturação	3 / 4	Reparação dos elementos afectados com utilização de produtos elásticos e ligantes no assentamento e no fechamento das fissuras
	A-E 7 Falta de resistência, contraventamento ou rigidez	4	Reforço da estrutura de suporte. Substituição total do elemento, caso se verifique necessário
	A-E 10 Humidade	3	Diagnóstico complementar para apurar a presença de humidade
Camada de impermeabilização	A-I 1 Fissuração generalizada	3	Substituição dos elementos afectados. Fiscalização de modo a que a nova camada seja colocada correctamente (remoção e limpeza dos detritos). Aplicação de materiais com adequadas propriedades (resistência aos agentes atmosféricos e uma aderência eficaz)
	A-I 2 Fissuração localizada	2	
	A-I 3 Perfurações	3 / 4	
	A-I 4 Rasgamentos	3	
	A-I 5 Enrugamentos ou dobras	3	
	A-I 6 Empolamentos	3	
	A-I 10 Sujidade superficial ou acumulação de detritos	1	Limpeza com jacto de água, ar comprimido ou escovagem manual, associada com a utilização de solventes próprios
	A-I 11 Manchas de água ou corrosão	2 / 3	Limpeza da camada de impermeabilização. Substituição do elemento por outro com maior pendente, caso se verifique necessário
	A-I 12 Acumulação de vegetação parasitária	2	Limpeza com jacto de água, ar comprimido ou escovagem manual, com o intuito de posteriormente aplicar produtos anti-fungicidas e anti-raízes

Tabela 5.19 Acções correctivas de acordo com as anomalias detectadas nos diversos elementos fonte de manutenção de coberturas planas (continuação)

Sistema de coberturas planas			
EFM	**Anomalias**	**$P_{intervenção}$**	**Acções correctivas**
Camada de protecção	A-P 1 Material rolado ou britado deslocado para zonas isoladas	3	Substituição do tipo de sistema de protecção, por outro com características adequadas aos diversos factores atmosféricos
	A-P 3 Espessura insuficiente do material rolado	4	
	A-P 6 Descolamento dos ladrilhos	3 / 4	Substituição total ou parcial da camada de protecção
	A-P 7 Fissuração / fracturação	2 / 3	Injecção de um produto aglutinante. Substituição dos elementos afectados, caso se verifique necessário
	A-P 8 Eflorescências	3	Limpeza com jacto de água e detergente neutro
	A-P 10 Sujidade superficial ou acumulação de detritos	1	Limpeza com jacto de água, ar comprimido ou escovagem manual, associada com a utilização de solventes próprios
	A-P 11 Acumulação de manchas de água ou corrosão	2 / 3	Substituição do elemento, com o intuito de aumentar a pendente da cobertura. Limpeza da camada de protecção com o intuito de eliminar as manchas de corrosão
	A-P 12 Acumulação de vegetação parasitária	2	Limpeza com jacto de água, ar comprimido ou escovagem manual, com o intuito de posteriormente aplicar produtos anti-fungicidas e anti-raízes
Sistema de remates	A-S 1 Fissuração / fracturação	2 / 3	Substituição dos elementos afectados. Fiscalização de modo a que a nova camada seja colocada correctamente (remoção e limpeza dos detritos). Aplicação de materiais com adequadas propriedades (resistência aos agentes atmosféricos e uma aderência eficaz)
	A-S 2 Empolamentos	3	
	A-S 3 Altura insuficiente dos remates	2	
	A-S 6 Descolamento dos remates	3	
	A-S 7 Acumulação de detritos ou vegetação parasitária	1 / 2	Limpeza com escovagem manual e solventes apropriados. Aplicação de produtos anti-fungicidas e anti-raízes
Sistema de drenagem	A-D 1 Sujidade superficial ou acumulação de detritos e vegetação parasitária	1 / 2	Limpeza com água corrente e um solvente neutro. Aplicação de jacto de água e, caso se verifique necessário, aplicar produtos químicos. Aplicação de produtos anti-fungicidas e anti-raízes
	A-D 2 Manchas de água	3	Limpeza do elemento com o intuito de eliminar a acumulação de detritos. Caso se verifique necessário, substituição das caleiras e aumentar a sua pendente
	A-D 3 Fissuração / fracturação	2 / 3	Substituição dos elementos afectados
	A-D 4 Fraca inclinação das caleiras	2	Substituição do elemento. Aumento da inclinação da caleira
	A-D 6 Corrosão	3	Limpeza através da lixiviação, vapor de água ou água quente a pressão e produtos tensioactivos. Repintar e aplicar a protecção anti-corrosiva
	A-D 7 Perfurações	3 / 4	Substituição total ou parcial do elemento
	A-D 8 Inexistência / insuficiência de ralos de embocadura	2	Redimensionamento do sistema de drenagem e colocação de um maior número de ralos de embocadura e tubos de queda
	A-D 9 Inexistência / insuficiência de tubos de queda	2	

Tabela 5.20 Acções correctivas de acordo com as anomalias detectadas nos diversos elementos fonte de manutenção de coberturas planas (continuação)

Sistema de coberturas planas			
EFM	**Anomalias**	**$P_{intervenção}$**	**Acções correctivas**
Elementos de fixação e serralharia	A-F 1 Corrosão	2 / 3	Substituição dos elementos de fixação afectados por outros em aço inoxidável (meio costeiro) ou aço galvanizado (meio rural ou urbano). Aplicação de um capuz plástico, de modo a apresentarem maior resistência aos agentes atmosféricos. No caso de elementos de serralharia, deve-se realizar a remoção e aplicação de uma membrana protectora. Aplicação de produtos anti-corrosivos
	A-F 4 Perda de resistência	3 / 4	Reforço dos elementos de serralharia. Substituição, caso se verifique necessário
	A-F 5 Descasque	3	Reparar os elementos através da decapagem, seguindo-se a limpeza, aplicação do primário e membrana anti-corrosvia
	A-F 6 Perda de secção	4	Substituição dos elementos afectados
Alvenarias da cobertura	A-A 1 Fissuração / fracturação	2 / 3	Reparação dos elementos afectados com utilização de produtos elásticos e ligantes no assentamento e no fechamento das fissuras. Substituição dos elementos afectados
	A-A 2 Sujidade superficial ou acumulação de detritos e manchas de corrosão	1 / 2	Limpeza com jacto de água com ou sem abrasivos, escovagem manual, jacto de ar comprimido. Aplicação de produtos químicos como anti-fungicidas. Aplicação de uma adequada ventilação
	A-A 3 Acumulação de vegetação parasitária	2	
	A-A 4 Desagregação	3	Reparação dos elementos afectados com utilização de produtos elásticos e ligantes. Substituição do elemento, caso se verifique necessário

Analogamente, constata-se que, independentemente do elemento em análise e do grau de intervenção, na presença de sujidade superficial, acumulação de detritos ou vegetação parasitária / colonização biológica e eflorescências, devem-se efectuar limpezas e aplicação de produtos anti-fungicidas e anti-raízes. Relativamente às manchas de água e corrosão, verifica-se que, caso o nível de intervenção seja 2, a limpeza do elemento é suficiente para a eliminação das anomalias. Por outro lado, caso o nível de intervenção seja 3, verifica-se a necessidade de substituição do elemento, com o intuito de aumentar a pendente do mesmo.

Tendo em consideração as anomalias de perda de aderência e fixação, constataram-se diversas situações distintas. A existência de fissuração verificou-se em diversos elementos fonte de manutenção em análise. Na camada de protecção, elementos de alvenaria e estrutura de suporte, caso o nível de intervenção seja 2, a injecção de produtos aglutinantes é suficiente para a eliminação da anomalia em causa. Por outro lado, caso o nível de intervenção seja 3, a substituição dos elementos afectados é a solução mais vantajosa.

Nos restantes elementos em análise, caso se detecte a fissuração dos mesmos, dependendo do nível de intervenção, é possível realizar intervenções ligeiras / substituição parcial (níveis 2 e 3) ou, caso se verifique ser economicamente viável, a substituição total do elemento (nível 3).

Relativamente à existência de perfurações na camada de impermeabilização e sistema de drenagem, constata-se a necessidade de intervenções ligeiras / substituição parcial (nível 2 de intervenção) ou intervenções profundas / substituição total (nível 3 de intervenção) do elemento. A eliminação de empolamentos, enrugamentos ou dobras, rasgamentos e descolamentos dos elementos em análise apenas é economicamente viável e eficaz com a sua substituição. A colocação de novos materiais deve ser sujeita a uma adequada fiscalização e devem apresentar melhores propriedades face à sua função (melhor resistência aos agentes atmosféricos e características de aderência).

Relativamente à existência de corrosão e descasque nos elementos de serralharia, verificou-se que, caso o nível de intervenção seja 2 ou 3, é vantajosa a sua remoção, decapagem e posteriormente uma nova pintura com produtos anti-corrosivos. Por outro lado, relativamente aos elementos de fixação, independentemente do nível de intervenção, a sua substituição é a solução mais eficaz. A aplicação de fixações em aço inoxidável ou galvanizado e um “capuz” metálico é uma mais valia de modo a melhorar a resistência aos agentes atmosféricos.

Por último, caso se verifique a perda de resistência dos elementos de serralharia, os mesmos podem ser sujeitos a acções de reforço (nível 3 de intervenção) e assim restabelecer os adequados níveis de desempenho ou à substituição total do elemento (nível 4 de intervenção).

Tal como referido, foi possível constatar que muitas das anomalias são consequência de erros de concepção e execução, o que acelera muito o processo de degradação dos elementos fonte de manutenção. Deste modo, é fundamental observar a totalidade de anomalias, corrigir as questões de má execução de cada caso, hierarquizando as acções, das mais profundas para as mais ligeiras.

5.3. Planeamento de acções de manutenção pró-activa

De modo a validar e optimizar o planeamento das acções de manutenção pró-activas sugerido no Capítulo 4, foram avaliadas as necessidades de manutenção correctiva após as inspecções realizadas de acordo com as idades das coberturas, respectivas acções de manutenção e beneficiação efectuadas e com as prioridades de intervenção.

A validação deste planeamento apresenta à partida diversas limitações ao nível dos casos de estudo, entre as quais se podem destacar:

- a ambiguidade de informação acerca da execução de acções de manutenção e beneficiação; durante as inspecções realizadas, constatou-se que diversas coberturas já tinham sido sujeitas a pequenas reparações, reforço e mesmo à substituição total dos elementos; este facto tem origem na falta de informação dos utentes ou responsáveis pela gestão dos edifícios do conceito de “manutenção”;

- no planeamento teórico, prevê-se uma manutenção pró-activa que conduz a uma degradação controlada dos elementos fonte de manutenção em análise do que nos casos de estudo, onde a estratégia adoptada é maioritariamente correctiva;
- constatou-se que diversas anomalias detectadas durante as inspecções apresentavam um estado muito avançado do que o previsto; tal deve-se especialmente a má concepção ou execução nas fases de construção; as situações em causa não são previstas num planeamento pró-activo de coberturas, mas têm consequências claras na degradação dos elementos fonte de manutenção e no adiamento das necessidades de manutenção.

Tendo em consideração as limitações descritas, é necessário proceder à análise dos resultados obtidos das inspecções. Tal como nos subcapítulos anteriores, optou-se por efectuar uma análise distinta dos dois tipos de sistemas de coberturas.

5.3.1. Planeamento de acções de manutenção pró-activas em coberturas inclinadas

Tal como referido, durante as inspecções realizadas, constatou-se uma ausência clara de acções planeadas de manutenção, originando uma degradação acentuada da amostra analisada. As necessidades de manutenção detectadas estão indicadas na Figura 5.83, em que 44% das coberturas têm necessidade de limpeza dos diversos elementos fonte de manutenção, 31% necessitam de tratamentos de superfície e intervenções ligeiras (incluem substituições localizadas) e 25% das coberturas analisadas necessitam de intervenções profundas ou mesmo da substituição total de um determinado elemento.

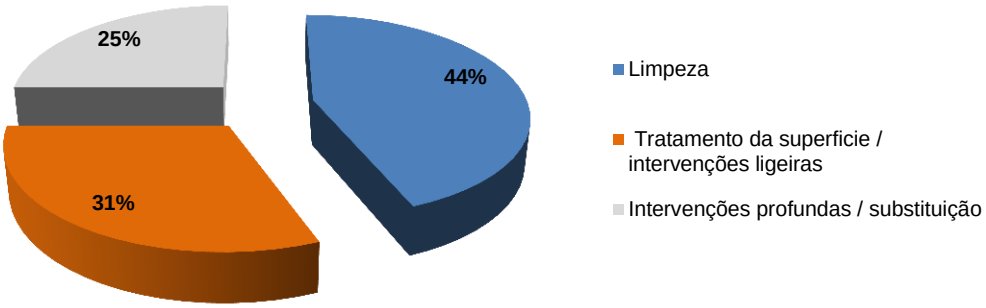


Figura 5.83 Necessidades de manutenção das coberturas inclinadas em análise

Com base nos dados fornecidos pelos utentes, responsáveis pela administração os condomínios e manutenção dos edifícios, constatou-se que 80% das coberturas inspeccionadas foram sujeitas a acções de limpeza, tratamentos de superfície e intervenções ligeiras nos últimos 10 a 15 anos. No entanto, em diversos casos, a informação disponibilizada foi apenas por via oral, não existindo qualquer informação específica sobre as intervenções realizadas. Em casos pontuais, não foi possível obter qualquer informação de acções de manutenção realizadas, mas constatou-se a sua existência pelo nível de degradação das anomalias detectadas. Por último, é necessário referir que, das coberturas existentes com menos de 10 anos, apenas duas foram alvo de acções de limpeza e intervenções ligeiras.

Na Figura 5.84, apresenta-se a distribuição das necessidades de manutenção, tendo em consideração os elementos fonte de manutenção analisados. Verifica-se que a necessidade de limpeza é predominante na maioria dos elementos em análise, excluindo-se o sistema de ventilação, elementos de fixação, serralharia, clarabóias e janelas.

Relativamente aos revestimentos inspeccionados, verifica-se que 51% dos elementos, com idade média de 23,9 anos, necessitam de limpeza. Por outro lado, a prioridade média da intervenção em causa é de 1,6, resultando uma necessidade muito reduzida de actuação. Deste modo e de acordo com o definido teoricamente no Capítulo 4, a periodicidade de limpeza dos revestimentos (independentemente do material aplicado) será anual, de modo a prevenir o aparecimento deste tipo de anomalias. O facto de a média de idades dos revestimentos afectados ser consideravelmente elevada e a prioridade de intervenção baixa resulta das acções de beneficiação já realizadas na última década (em diversos casos, constatou-se a realização de acções de limpeza nos anos 2007, 2008 e 2009).

A título de exemplo, referem-se as cob. 18_i, cob. 19_i e cob. 26_i (coberturas de edifícios de serviço), as quais foram sujeitas a acções de limpeza em 2009. A operação em causa foi realizada por uma equipa especializada em trabalhos de manutenção, responsável por toda a gestão do estado de conservação do edifício. A realização deste tipo de acções num espaço de 2 anos possibilitou o desenvolvimento de sujidades superficiais apenas no revestimento (telha cerâmica nos dois primeiros casos e revestimento metálico no último caso) e com uma extensão reduzida (≤ 20%).

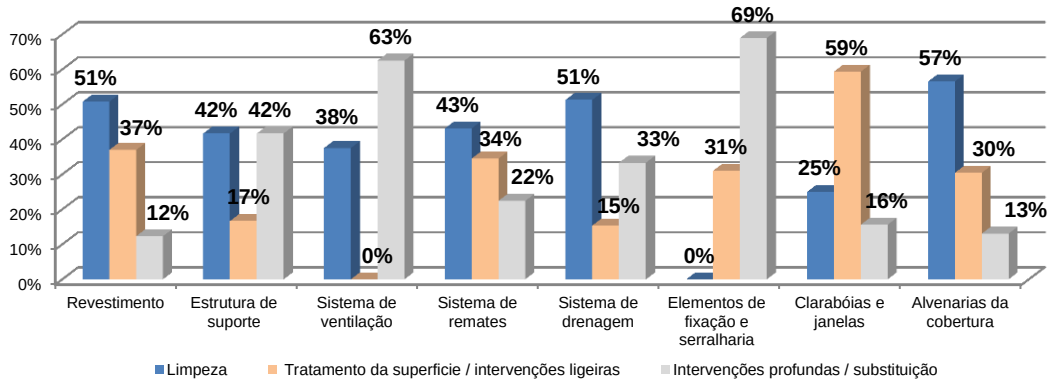


Figura 5.84 Distribuição das necessidades de manutenção, consoante os elementos fonte de manutenção de coberturas inclinadas

Tendo em consideração as intervenções ligeiras e tratamentos da superfície dos revestimentos, verificou-se uma frequência de 37%. O valor em causa é consideravelmente elevado pelo facto de o tratamento das superfícies dos revestimentos estar, em diversos casos, associado com a limpeza do mesmo (caso se detecte acumulação de vegetação parasitária / colonização e manchas de corrosão, é necessário proceder-se inicialmente à limpeza da superfície e depois aplicar produtos anti-fungicidas, anti-raízes e anti-corrosivos). No trabalho de campo, constatou-se que a idade média das coberturas que necessitam de intervenções ligeiras e tratamentos da superfície do revestimento é de 24,1 anos e a prioridade de intervenção média é de 2,1, resultando acções de beneficiação a médio prazo (2 a 5 anos) e com necessidade de monitorização. A prioridade de intervenção pouco acentuada deve-se principalmente às

acções de reparação realizadas entre 2000 e 2004. A título de exemplo, verificou-se em 2004 a substituição pontual de telhas fracturadas / fissuradas e a correcta colocação de telhas mal encaixadas da cob. 15_i (localizada em meio costeiro). Posteriormente, foram efectuados tratamentos da superfície do revestimento em telha cerâmica (2008), associados com a limpeza do mesmo. No entanto, durante a inspecção realizada, constatou-se o ressurgimento das anomalias em causa.

Com excepção dos revestimentos micro-betão, verifica-se que todos os restantes ultrapassaram o período de serem sujeitos a acções de intervenção (quinquenal). No entanto, devido ao nível de degradação das anomalias detectadas, optou-se por estabelecer a periodicidade quinquenal para acções ligeiras. Por outro lado, relativamente aos revestimentos de micro-betão, cuja periodicidade de intervenção ligeira é de 16 anos, optou-se por antecipar a realização das mesmas pois, tal como referido, as anomalias de perda de aderência conduzem facilmente a uma aceleração do estado de degradação dos elementos fonte de manutenção em causa.

Relativamente à necessidade de intervenções profundas nos revestimentos inspeccionados, verifica-se uma frequência relativa de 12%. No trabalho de campo, constatou-se que a idade média das coberturas que necessitam de intervenções profundas ou substituições ao nível do revestimento é de 27,1 anos e a prioridade de intervenção média é de 2,9 (acções a curto prazo, ou seja, 1 a 2 anos). Dos edifícios analisados e que apresentavam este tipo de anomalias, apenas três foram sujeitos a uma substituição total do revestimento (cob. 1_i, cob. 18_i e cob. 19_i). Relativamente a um dos casos (cob. 1_i, localizado em Lisboa e construído em 1937), verificou-se a necessidade de uma nova substituição de todo o revestimento. Deste modo, relativamente à necessidade de intervenções profundas dos elementos em telha cerâmica, optou-se por propor uma periodicidade de 20 anos. Por outro lado, verificou-se a mesma necessidade no revestimento em plástico inspeccionado, apresentando apenas 12 anos de idade. Analogamente, optou-se por antecipar a acção de intervenção em causa para 15 anos pois, apesar de tudo, a probabilidade de ser apenas um caso pontual é muito elevada.

Tendo em consideração a necessidade de intervenções profundas, constata-se que os restantes revestimentos inspeccionados nunca foram sujeitos a este tipo de acções, pelo que a periodicidade de intervenção será mantida, à excepção dos elementos de fibrocimento / naturocimento e plástico (periodicidade quinquenal) pois são elementos particularmente pouco resistentes e susceptíveis a uma degradação prematura.

Relativamente às estruturas de suporte inspeccionadas, verifica-se uma necessidade de limpeza de 42%. O valor em causa é consideravelmente elevado pelo facto de a necessidade de limpeza estar, em diversos casos, associada ao posterior tratamento da superfície da estrutura de suporte. As coberturas sujeitas a este tipo de intervenção apresentam uma idade média de 23,3 anos e uma prioridade de intervenção de 1,2 (sem urgência de actuação). Apesar de não ter sido possível obter qualquer informação sobre as acções de limpeza realizadas ao longo da vida útil das estruturas de suporte em estudo, constata-se que a urgência de actuação é muito reduzida, pelo que a periodicidade de acção será idêntica à estabelecida na proposta teórica (Capítulo 4), ou seja, quinquenal.

Tendo em consideração a necessidade de efectuar intervenções ligeiras e tratamentos da superfície, verifica-se uma frequência relativa de 17%. Analogamente, as coberturas sujeitas a tais intervenções apresentam uma idade média de 10,8 anos e uma prioridade de intervenção de 2, ou seja, acções a médio prazo (2 a 5 anos) com necessidade de monitorização. De acordo com as informações disponibilizadas, não foram realizadas quaisquer intervenções ligeiras nas estruturas de suporte em causa, pelo que a periodicidade de intervenção irá apresentar um intervalo de 5 a 10 anos, dependendo do material aplicado e do meio onde o edifício está inserido.

A necessidade de intervenções profundas ou substituição dos elementos da estrutura de suporte verifica-se em 42% das anomalias analisadas. No trabalho de campo, constatou-se que a idade média das coberturas que necessitavam de intervenções profundas ou substituições ao nível da estrutura de suporte é de 54 anos e a prioridade média é de 4, ou seja, são necessárias intervenções imediatas (níveis de degradação, extensão e severidade muito elevados). De acordo com as informações disponibilizadas, não é do conhecimento dos inquiridos a realização de qualquer substituição ou intervenção profunda. Deste modo, com base no estipulado no Capítulo 4, optou-se por antecipar as periodicidades de intervenções profundas para um período de tempo de 20 a 25 anos (dependendo do meio de agressividade onde o edifício se encontra inserido). Tendo em consideração a periodicidade de substituição total dos elementos, optou-se por considerar a mesma que foi estipulada teoricamente, independentemente do material aplicado.

Relativamente à necessidade de intervenções no sistema de ventilação, verificou-se ser um caso particular, pois 69% das anomalias detectadas são consequência de uma má concepção ou execução durante as fases de construção. Deste modo, todas as periodicidades estipuladas no Capítulo 4 serão mantidas, pois verificou-se a impossibilidade de análise de acordo com os critérios estabelecidos.

Analisando as necessidades de intervenção nos sistemas de remates, é possível observar valores muito idênticos aos estipulados nos revestimentos. Tendo em consideração a necessidade de limpeza de coberturas com idade média de 27,3 e prioridade de intervenção de 1,4, constata-se uma frequência relativa de 43%. O nível de intervenção reduzido deve-se em especial à realização de acções de limpeza nos últimos 2 a 4 anos. Deste modo, com o intuito de agrupar as acções de limpeza em diversos elementos fonte de manutenção, optou-se por estabelecer uma periodicidade de intervenção anual (semelhante à estipulada para revestimentos de coberturas inclinadas). Tal só é possível pois as anomalias em causa não apresentam um "peso" significativo na aceleração da degradação dos elementos fonte de manutenção, apesar de serem a primeira manifestação de uma manutenção ineficaz.

Analogamente, verifica-se uma necessidade de intervenções ligeiras e tratamentos da superfície de 34%, valor correspondente ao total de anomalias detectadas nos sistemas de remates inspeccionados. As coberturas sujeitas a este tipo de intervenção apresentam uma idade média de 26,6 anos e respectiva prioridade de intervenção de 2,2, ou seja, urgência de actuação a médio prazo (2 a 5 anos). Relativamente às acções realizadas no elemento fonte de manutenção em causa, verificou-se a inexistência de informação credível e conclusiva. Apenas nas cob. 15_i, cob. 16_i, cob. 20_i, cob. 21_i e cob. 24_i foi possível saber que foram realizadas acções de reparação ligeiras em 2007 e 2008, resultando anomalias com um nível de

degradação pouco acentuado. A título de exemplo, na cob. 21_i, foi realizada em 2007 a substituição pontual do sistema de remates com a platibanda que apresentava empolamentos e pequenas fissuras.

Apesar da escassa informação disponível, demonstrou-se anteriormente que os materiais aplicados neste tipo de elementos são, em diversos casos, pouco resistentes aos factores de degradação, pelo que, de modo a impedir o aumento progressivo da extensão e respectiva severidade (poderão prejudicar o correcto funcionamento de outros elementos construtivos), optou-se por antecipar a periodicidade, resultando uma necessidade trienal de intervenção.

Relativamente à necessidade de intervenções profundas e substituição, verifica-se uma frequência relativa de 22%, valor consideravelmente elevado devido à existência de diversos empolamentos e fissurações com um nível de degradação e extensão muito acentuados. A idade média das coberturas que apresentam a necessidade deste tipo de intervenção é de 27,6 anos e a respectiva prioridade de intervenção média é de 3 (necessidade de intervenção a curto prazo). Sabendo que apenas dois dos edifícios inspeccionados foram sujeitos à substituição total do sistema de remate (edifícios de 1937 e 1975), verifica-se que a periodicidade estipulada no Capítulo 4 é confirmada no trabalho de campo, ou seja, as intervenções profundas devem ser efectuadas num período de 15 anos.

Tal como referido, o sistema de drenagem é um elemento que deve ser sujeito a acções de manutenção periódicas e eficazes, com o intuito principal de permitir o correcto escoamento de água e assim evitar a degradação não só do mesmo como de diversos outros elementos fonte de manutenção em análise. Observando a Figura 5.84, verifica-se uma necessidade de limpeza do elemento em causa de 51%. As coberturas que necessitam este tipo de intervenção apresentam uma idade média de 19,9 anos e uma prioridade de intervenção de 1,9.

Comparando o valor médio obtido para a prioridade de se efectuarem limpezas no sistema de drenagem, relativamente ao mesmo valor obtido nos restantes elementos, demonstra-se o “peso” significativo que este tipo de anomalias poderá provocar não só na durabilidade e correcto funcionamento do sistema de drenagem, como também dos restantes elementos fonte de manutenção. No entanto, constatou-se de acordo com as informações disponibilizadas que, ao longo dos anos e num curto espaço de tempo, foram efectuadas diversas limpezas nos sistemas de drenagem inspeccionados. A realização deste tipo de intervenção, em diversos casos, nos últimos 2 a 3 anos, permitiu concluir que é necessário estipular uma periodicidade de limpeza semestral (tal como proposto no Capítulo 4), evitando assim o desenvolvimento de anomalias como: sujidade superficial; acumulação de detritos e vegetação parasitária / colonização biológica.

A facilidade de acumulação de detritos e sujidade superficial é muito elevada no sistema de drenagem, resultando após 2 / 3 anos de falta de manutenção, os níveis de intervenção já apresentados. Com o intuito de demonstrar esse facto, refere-se cob. 13_i, localizada numa zona costeira (Costa da Caparica), a qual em 2009 foi sujeita a uma limpeza geral (incluindo sistema de drenagem) e, durante a inspecção, detectou-se uma acumulação de detritos de tal modo excessiva que colocava em causa o correcto escoamento de água.

A necessidade de intervenções ligeiras e tratamentos da superfície demonstra-se apenas em 15% das anomalias analisadas. As coberturas que necessitam deste tipo de intervenção apresentam uma idade média de 23,7 anos e respectiva prioridade de intervenção de 2,0, resultando acções com uma urgência a médio prazo. Considerando que apenas se verificou a existência de corrosão nos elementos de drenagem, os quais devem ser sujeitos a pequenas intervenções, limpeza e posteriormente aplicação de produtos anti-corrosivos, sempre que se verificar necessário durante as inspecções realizadas, devem-se efectuar acções de manutenção, com o intuito de prevenir o aparecimento deste tipo de anomalias.

Tendo em consideração a necessidade de intervenções profundas e substituição dos elementos do sistema de drenagem, verifica-se uma frequência relativa de 33%. Analogamente, constatou-se que as coberturas com necessidade deste tipo de intervenção apresentam uma idade média de 22,4 anos e uma prioridade de intervenção de 2,5, valor consideravelmente elevado, exigindo acções de intervenção a curto prazo (1 a 2 anos). Apesar de a idade média das coberturas com necessidade de intervenções profundas ser inferior, relativamente às que necessitam de pequenas reparações, durante o trabalho de campo e de acordo com as informações disponibilizadas, verificou-se que as mesmas foram sujeitas a um número reduzido de intervenções, originando a aceleração prematura do nível de degradação do sistema de drenagem. Os edifícios inseridos na zona costeira inspeccionada apresentam uma necessidade acrescida de intervenções profundas.

Analisando as anomalias existentes nos sistemas de drenagem, verificaram-se em casos pontuais perfurações e rotura das caleiras. De acordo com as informações disponibilizadas, as coberturas que apresentavam este tipo de anomalias (21 e 16 anos de idade) apenas foram sujeitas a uma intervenção profunda ao nível do sistema de drenagem (1999 e 2001, respectivamente), resultando níveis de intervenção elevados. Deste modo, tendo em consideração o nível de degradação dos elementos em causa, demonstra-se ser necessária a realização de intervenções profundas de sete em sete anos (valor superior ao estipulado no Capítulo 4), com o intuito de evitar o desenvolvimento acelerado deste tipo de anomalias. As restantes anomalias que obrigam à realização de intervenções profundas são consequência em especial de erros de execução ou concepção (inclinação insuficiente da secção das caleiras, insuficiência de ralos de embocadura ou tubos de queda), pelo que não é possível a análise da periodicidade de intervenção e acordo com os critérios referidos.

No trabalho de campo, verificou-se um nível de degradação elevado dos elementos de fixação e serralharia. Observando a Figura 5.61, constata-se uma frequência relativa de 31% e 69%, relativamente à necessidade de intervenções ligeiras, tratamentos da superfície e intervenções profundas, respectivamente. Analogamente, as coberturas que necessitam deste tipo de intervenção apresentam uma idade média de 27,7 anos e respectivas prioridades de intervenção de 1,8 e 2,9. Considerando a valor médio de prioridade de intervenções ligeiras, demonstra-se a necessidade de realizar acções de reparação a médio prazo, associadas a níveis de degradação, extensão e severidade pouco significativas. Por outro lado, relativamente às intervenções profundas, verificou-se a necessidade de intervir a curto prazo.

De acordo com as informações disponibilizadas, foram realizadas diversas acções de reparação na última década, quer nos elementos de fixação, quer nos elementos de serralharia, apesar de as datas de

realização não terem sido divulgadas. No entanto, devido à agressividade do meio, os elementos em causa demonstraram uma degradação consideravelmente acelerada. Analisando os níveis de prioridade, verifica-se que quer as intervenções ligeiras, quer as intervenções profundas, já deveriam ter sido realizadas, demonstrando-se assim a necessidade trienal de intervenções ligeiras e sempre que se verificar uma mais valia durante as inspecções para o caso de intervenções profundas.

Relativamente à necessidade de limpeza de clarabóias ou janelas, verifica-se apenas uma frequência relativa de 25%. As coberturas que necessitam deste tipo de intervenção apresentam uma idade média de 29,3 anos e uma prioridade de intervenção de 2,5. Considerando que diversos elementos foram sujeitos a acções de limpeza nos últimos 5 anos e analisando o elevado nível de intervenção, conclui-se que as clarabóias e janelas devem ser limpas em curtos espaços de tempo, ou seja, com uma periodicidade semestral de intervenção, tal como estipulado no Capítulo 4.

Analogamente, verifica-se uma predominância de intervenções ligeiras nos elementos em causa, correspondendo a uma frequência relativa de 59%. As coberturas que necessitam deste tipo de intervenção apresentam uma idade média de 24,6 anos e uma prioridade de intervenção de 2,5. De acordo com as informações disponibilizadas, constatou-se que diversos elementos foram repintados e sujeitos a acções de reparação nos últimos 5 / 6 anos. No entanto, analisando o nível elevado de intervenção, optou-se por estipular uma periodicidade trienal de intervenção ligeira (valor inferior ao proposto no Capítulo 4).

Relativamente à necessidade de intervenções profundas e possíveis substituições, verifica-se uma frequência relativa de 16%. As coberturas que necessitam deste tipo de intervenção apresentam uma idade média de 29 anos e uma prioridade de intervenção média de 3,4. Considerando que não foram realizadas quaisquer intervenções profundas na última década (segundo a informação disponibilizada por via oral, as últimas intervenções realizadas foi no princípio dos anos 90), apenas limpezas e pequenas reparações, e demonstrando-se a existência de infiltrações, fissurações e fracturações generalizadas nos elementos em causa, é possível concluir que as intervenções em causa devem ser efectuadas com uma periodicidade decenal. A periodicidade considerada deve-se em especial ao elevado nível de intervenção obtido (níveis de degradação, extensão e severidade muito elevados), obrigando à realização de intervenções a curto prazo.

Por último, relativamente aos elementos de alvenaria, verifica-se uma necessidade de limpeza de 57%. Durante o trabalho de campo, constatou-se uma frequência muito elevada de sujidades, acumulações de detritos, vegetação parasitária e colonização biológica, demonstrando-se acções de manutenção muito pouco eficientes. Analisando os dados recolhidos, verifica-se que a idade média das coberturas em causa é de 21,6 anos e a prioridade de intervenção é de 1,4. Tendo em consideração o nível médio de intervenção e sabendo que as últimas acções de limpeza foram realizadas, em diversos casos, nos anos 2007 a 2008 (constatou-se que, quando são realizadas limpezas no revestimento da cobertura, também são efectuadas intervenções ao nível dos elementos de alvenaria, caso se verifique necessário), conclui-se que a periodicidade anual proposta no Capítulo 4 poderá ser mantida.

Tendo em consideração a necessidade de intervenções ligeiras e tratamentos da superfície, verifica-se uma frequência relativa de 30% (existência de diversas fissurações com uma pequena extensão na amostra analisada). As coberturas que necessitam deste tipo de intervenção apresentam uma idade média de 22

anos e uma prioridade média de intervenção de 2,0, ou seja, necessidade de intervir a médio prazo (2 a 5 anos). Considerando que não foram obtidas quaisquer informações sobre a realização de intervenções ligeiras na última década, optou-se por manter a periodicidade estipulada no Capítulo 4.

Relativamente à necessidade de intervenções profundas, constata-se uma frequência relativa de apenas 13%. Analogamente, a idade média das coberturas em causa é de 26,3 anos e a respectiva prioridade de intervenção de 3,3, valor consideravelmente elevado. De acordo com as informações disponibilizadas, não foram realizadas quaisquer intervenções profundas nos elementos em análise. Deste modo, optou-se por antecipar a periodicidade de intervenção para 20 anos, relativamente ao estipulado no Capítulo 4.

Na Figura 5.85, são apresentadas as prioridades médias, de acordo com o tipo de intervenção a realizar e elemento fonte de manutenção analisado.

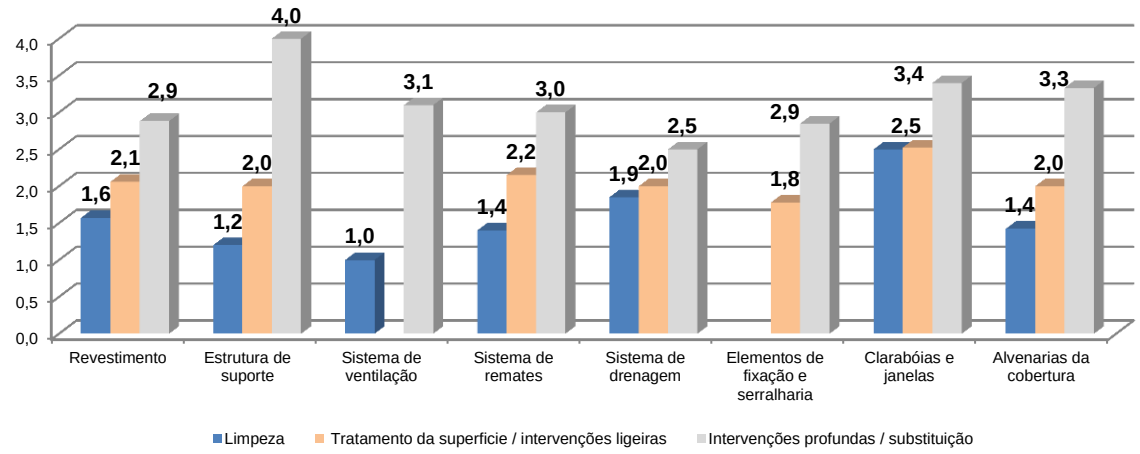


Figura 5.85 Prioridades médias, de acordo com o tipo de intervenção a realizar e o elemento fonte de manutenção de coberturas inclinadas

Em relação às inspecções, verificou-se, durante o trabalho de campo, que devem ser efectuadas num curto espaço de tempo e com periodicidades fixas, pois o processo de degradação dos elementos fonte de manutenção são consideravelmente acelerados. Por outro lado, constataram-se casos pontuais de necessidade de intervenção devido a más execuções, concepções e intervenções anteriores, com gravidade considerável. A realização de inspecções com periodicidades reduzidas possibilita salvaguardar este tipo de situação. Deste modo, as periodicidades propostas no Capítulo 4 verificam-se viáveis após a realização do trabalho de campo, à excepção dos elementos de micro-betão que, apesar de apresentarem uma durabilidade considerável, devem ser sujeitos a inspecções de rotina com uma periodicidade bienal.

No Anexo A.5.6., resume-se a nova proposta do planeamento pró-activo aferido após a análise do trabalho de campo, para coberturas inclinadas.

5.3.2. Planeamento de acções de manutenção pró-activas em coberturas planas

Tal como referido, durante as inspecções realizadas, constatou-se uma ausência clara de acções de manutenção, originando uma degradação acentuada da amostra analisada. Analogamente, as

necessidades de manutenção detectadas estão indicadas na Figura 5.86, em que 37% das coberturas têm necessidade de limpeza dos diversos elementos fonte de manutenção, 36% necessitam de intervenções profundas ou mesmo a substituição total do elemento e 27% das coberturas analisadas necessitam de intervenções ligeiras e tratamentos de superfície.

Tal como na análise de coberturas inclinadas, foi possível obter algumas informações sobre as diversas intervenções realizadas até à data de inspecção. Relativamente às acções de limpeza e intervenções ligeiras, constatou-se que diversas coberturas inspeccionadas foram sujeitas a este tipo de intervenções na última década (relativamente ao edifícios do Aeroporto de Lisboa, constatou-se a realização de diversas acções de limpeza nos anos de 2008 e 2009). Por outro lado, a informação sobre intervenções profundas e substituição dos elementos fonte de manutenção foi muito ambígua e apenas em casos pontuais foi possível obter informações credíveis e eficazes para a análise em causa.

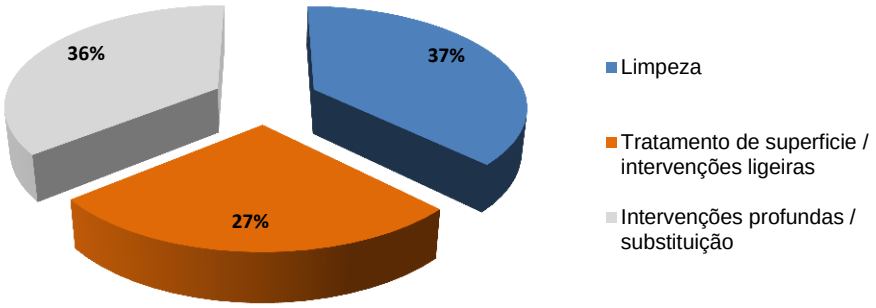


Figura 5.86 Necessidades de manutenção das coberturas planas em análise

Na Figura 5.87, apresenta-se a distribuição das necessidades de manutenção, tendo e consideração os elementos fonte de manutenção analisados.

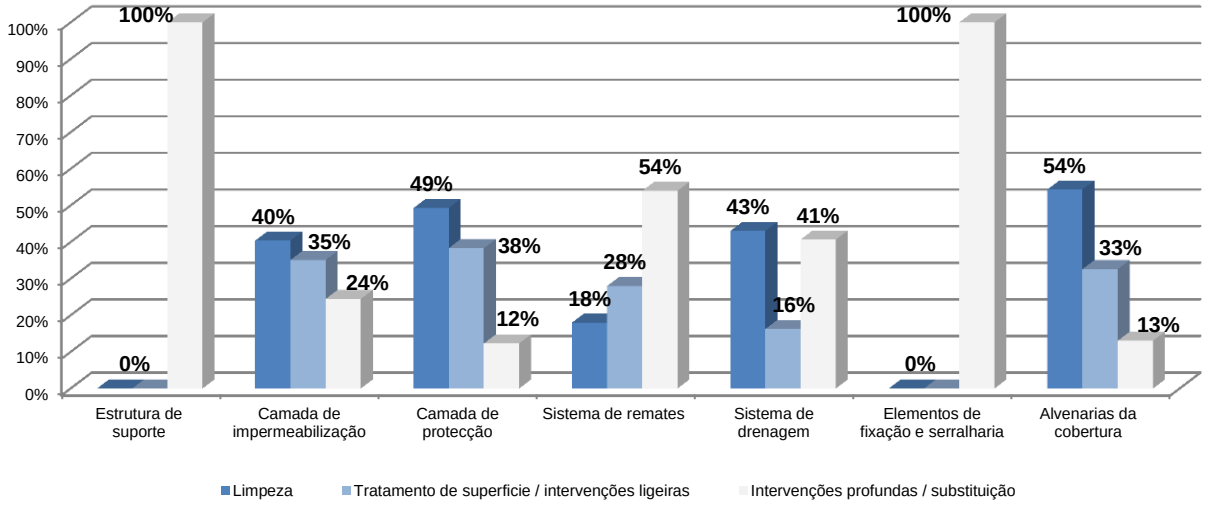


Figura 5.87 Distribuição das necessidades de manutenção, consoante os elementos fonte de manutenção de coberturas planas

Observando a figura, verifica-se que a necessidade de limpeza é predominante em diversos elementos em análise, excluindo-se o sistema de remates, os elementos de fixação e a serralharia.

Relativamente às estruturas de suporte inspeccionadas, verifica-se que 100% dos elementos, com idade média de 46 anos, necessitam de intervenções profundas. A prioridade média de intervenção é de 3,4, resultando acções de beneficiação imediatas. Deste modo, analisando o nível de intervenção e a idade média das coberturas inspeccionadas, é possível concluir que a periodicidade de intervenções profundas e substituição dos elementos da estrutura de suporte deve ser idêntica à estipulada no Capítulo 4.

Tendo em consideração a necessidade de limpeza da camada de impermeabilização, verifica-se uma frequência relativa de 40%. No trabalho de campo, constatou-se que a idade média das coberturas que necessitam deste tipo de intervenção é de 27,3 anos e a prioridade de intervenção média é de 1,8, resultando acções de beneficiação a médio prazo (2 a 5 anos) e com necessidade de monitorização. Deste modo e de acordo com o definido teoricamente no Capítulo 4 e as acções de limpeza realizadas em diversas coberturas analisadas nos anos de 2007 e 2008, a periodicidade de limpeza será anual, de modo a prevenir o aparecimento deste tipo de anomalias. Relativamente à cob. 17_{ii}, constatou-se uma tentativa de se realizar acções de manutenção com periodicidades fixas (acções de limpeza realizadas em 2008). No entanto, tal não se verifica na prática, particularmente devido aos escassos recursos de investimento na temática em causa.

Analisando a necessidade de intervenções ligeiras e tratamentos da superfície na camada de impermeabilização, verifica-se uma frequência de 35%. O valor em causa é consideravelmente elevado pelo facto de o tratamento das superfícies dos revestimentos estar, em diversos casos, associado à limpeza do mesmo (caso se detecte acumulação de vegetação parasitária / colonização e manchas de corrosão, é necessário proceder-se inicialmente à limpeza da superfície e depois aplicar produtos anti-fungicidas, anti-raízes e anti-corrosivos). Por outro lado, os materiais aplicados nos elementos em causa apresentam uma degradação acelerada caso não se efectuem eficazes acções de manutenção.

No trabalho de campo, constatou-se que a idade média das coberturas que necessitam de intervenções ligeiras e tratamentos da superfície da camada de impermeabilização é igualmente de 27,3 anos e a prioridade de intervenção média é de 2,3, resultando acções de beneficiação a médio prazo (2 a 5 anos) e com necessidade de monotorização. A prioridade de intervenção pouco acentuada deve-se principalmente às acções de reparação realizadas ao longo da sua vida útil. Caso as inspecções sejam efectuadas com periodicidades fixas, não se verifica ser necessário o estabelecimento de um período de tempo para a realização de intervenções ligeiras e tratamentos de superfície, ou seja, é suficiente a realização deste tipo de intervenções caso se verifique necessário durante a inspecção realizada. No entanto, em casos pontuais, tal não se verifica ser prudente. A título de exemplo, verifica-se que a cob. 12_{ii} apresenta um estado de degradação considerável ao nível do revestimento (existência de pregas, rasgamentos e enrugamentos), apesar de ter sido realizada uma inspecção-geral em 2009. Tal podia ter sido evitado, caso tivessem sido realizadas adequadas acções de reparação, posteriormente à inspecção.

Relativamente à necessidade de intervenções profundas nos revestimentos dos elementos inspeccionados, verifica-se uma frequência relativa de 24%. Tal deve-se em especial aos diversos empolamentos, enrugamentos, dobra, rasgamentos e perfurações detectadas durante as inspecções.

No trabalho de campo, constatou-se que a idade média das coberturas que necessitam de intervenções profundas ou substituições ao nível da camada de impermeabilização é de 27,5 anos e a prioridade de intervenção média é de 3,0 (acções a curto prazo, ou seja, 1 a 2 anos). Das coberturas analisadas e que apresentavam este tipo de anomalias, apenas duas foram sujeitas a uma substituição total da camada de impermeabilização e a intervenções profundas pontuais (de acordo com as informações disponibilizadas), verificando-se níveis de degradação consideravelmente inferiores aos restantes. No entanto, considera-se que a periodicidade de 20 anos para a realização de intervenções profundas (proposta no Capítulo 4) não é viável, tendo em conta a vida útil dos materiais aplicados, sendo por isso proposto uma periodicidade de 15 anos para este tipo de intervenção.

Observando a Figura 5.87, verifica-se uma necessidade de limpeza do sistema de protecção de 49%. As coberturas sujeitas a este tipo de intervenção apresentam uma idade média de 30 anos e uma prioridade de intervenção de 2,0 (intervenções a médio prazo). Tendo em consideração as acções de limpeza realizadas em 2006, 2007 e 2008, justifica-se o nível de intervenção consideravelmente elevado para este tipo de anomalias. Deste modo, com o intuito de impedir um desenvolvimento acentuado deste tipo de anomalias, verifica-se ser necessária a realização de acções anuais de limpeza. A título de exemplo, a cob. 4_{ii} foi sujeita a uma limpeza geral em 2007. Durante a inspecção realizada, verificou-se a necessidade de se efectuar uma nova limpeza, não só ao nível do revestimento, como também ao nível dos remates, sistema de drenagem e elementos de alvenaria.

Tendo em consideração a necessidade de efectuar intervenções ligeiras e tratamentos da superfície, verifica-se uma frequência relativa de 38%. Analogamente, as coberturas sujeitas a tais intervenções apresentam uma idade média de 30,6 anos e uma prioridade de intervenção de 2,5, valor relativamente elevado, demonstrando assim um nível de degradação considerável.

Apesar de o nível de intervenção ser considerável, os materiais aplicados no sistema de protecção de coberturas planas apresentam uma elevada resistência aos principais factores de degradação. Deste modo, considerando que não são efectuadas quaisquer intervenções nos últimos dez anos, à excepção de limpezas, é possível concluir que a realização de pequenas intervenções apenas quando se verifique necessário durante a inspecção é pouco prudente e viável. Por consequência, a periodicidade estipulada para intervenções ligeiras e tratamentos de superfície é quinquenal.

A necessidade de intervenções profundas ou substituição da camada de protecção verifica-se em 12% das anomalias analisadas. No trabalho de campo, constatou-se que a idade média das coberturas que necessitavam de intervenções profundas ou substituições ao nível da camada de protecção é de 27,4 anos e a prioridade média é de 3,4, consequência de níveis de degradação, extensão e severidade consideráveis De acordo com as informações disponibilizadas, apenas uma cobertura foi sujeita a intervenções profundas pontuais e à substituição total da camada de protecção, ainda que apresente níveis de degradação elevados. Com base no estipulado no Capítulo 4, verifica-se a realização de intervenções profundas com

uma periodicidade de 20 anos é viável, mas as intervenções ligeiras têm de ser efectuadas eficazmente, de modo a evitar o desenvolvimento de anomalias prejudiciais ao correcto funcionamento de todo o sistema de cobertura (as coberturas analisadas de 1995 apresentavam gravidade acentuada, consequência provável de uma ineficaz intervenção ligeira)

Analisando as necessidades de intervenção nos sistemas de remates, é possível observar uma frequência relativa de 18% relativamente à necessidade de limpeza. A idade e prioridade de intervenção médias das coberturas em causa são de 28,1 anos e 1,4, respectivamente. O nível de intervenção reduzido deve-se em especial à realização de acções de limpeza nos últimos 3 a 5 anos (de acordo com diversos inquiridos, quando são realizadas limpezas na zona comum da cobertura, também são realizadas no sistema de remates). Deste modo, com o intuito de agrupar as acções de limpeza em diversos elementos fonte de manutenção, optou-se por estabelecer uma periodicidade de intervenção anual, apesar de se ter verificado que a mesma poderia ser apenas bienal.

Analogamente, verifica-se uma necessidade de intervenções ligeiras e tratamentos da superfície de 28%, valor correspondente ao total de anomalias detectadas nos sistemas de remates inspeccionados. As coberturas sujeitas a este tipo de intervenção apresentam uma idade média de 22,4 anos e respectiva prioridade de intervenção de 2,0, ou seja, urgência de actuação a médio prazo (2 a 5 anos). Relativamente às acções realizadas no elemento fonte de manutenção em causa, verificou-se a inexistência de informação credível e conclusiva (em casos pontuais, foi possível saber que foram realizadas pequenas reparações entre 2002 e 2004). Apesar da escassa informação disponível, demonstrou-se anteriormente que os materiais aplicados neste tipo de elementos são, em diversos casos, pouco resistentes aos factores de degradação, pelo que, de modo a impedir o aumento progressivo da extensão e respectiva severidade (poderão prejudicar o correcto funcionamento de outros elementos construtivos), verificou-se que a periodicidade de intervenção trienal será a opção mais viável.

Relativamente à necessidade de intervenções profundas e substituição, verifica-se uma frequência relativa de 54%, valor consideravelmente elevado devido à existência de diversos empolamentos e fissurações com um nível de degradação e extensão muito acentuados. A idade média das coberturas que apresentam a necessidade deste tipo de intervenção é de 28,6 anos e a respectiva prioridade de intervenção média é de 3 (necessidade de intervenção a curto prazo). Sabendo que cinco das coberturas inspeccionadas foram sujeitos a diversas acções de intervenção profundas e mesmo à substituição total do sistema de remate (1939, 1941, 1949 1968 e 1980), é possível concluir que a periodicidade estipulada no Capitulo 4 é confirmada no trabalho de campo, ou seja, as intervenções profundas devem ser efectuadas num período de 15 anos.

Observando a Figura 5.87, verifica-se uma necessidade de limpeza do sistema de drenagem de 43%. As coberturas que necessitam deste tipo de intervenção apresentam uma idade média de 26,8 anos e uma prioridade de intervenção de 2,2. Analogamente ao que ocorre em coberturas inclinadas, analisando o valor médio obtido para a prioridade de se efectuarem limpezas no sistema de drenagem, demonstra-se o “peso” significativo que este tipo de anomalias poderá provocar não só na durabilidade e correcto funcionamento do sistema de drenagem, como também dos restantes elementos fonte de manutenção. No entanto,

constatou-se, de acordo com as informações disponibilizadas, que ao longo dos anos e num curto espaço de tempo, foram efectuadas diversas limpezas nos sistemas de drenagem inspeccionados. A realização deste tipo de intervenção, em diversos casos, nos últimos 2 a 3 anos (em casos pontuais, verificou-se que são realizadas limpezas anuais do sistema de drenagem), permitiu concluir que é necessário estipular uma periodicidade de limpeza semestral (tal como proposto no Capítulo 4), pois o desenvolvimento de anomalias como: sujidade superficial; acumulação de detritos e vegetação parasitária / colonização biológica, poderá acelerar consideravelmente o nível de degradação do sistema de drenagem

A necessidade de intervenções ligeiras, tratamentos da superfície e intervenções profundas demonstra-se em 16% e 41% das anomalias analisadas, respectivamente. As coberturas que necessitam deste tipo de intervenção apresentam uma idade média de 27,6 anos e uma prioridade de intervenção de 2,5. Analisando o nível de intervenção, verifica-se não ser muito problemático, em especial no caso de intervenções profundas.

Considerando que apenas se verificou a existência de corrosão nos elementos de drenagem, os quais devem ser sujeitos a pequenas intervenções, limpeza e posteriormente aplicação de produtos anti-corrosivos, sempre que se verificar necessário durante as inspecções realizadas, devem-se efectuar acções de manutenção, com o intuito de prevenir o aparecimento deste tipo de anomalias. Por outro lado, verificaram-se em casos pontuais perfurações e fissurações generalizadas. De acordo com as informações disponibilizadas, as coberturas que apresentavam este tipo de anomalias nunca foram sujeitas a intervenções profundas, com níveis de intervenção elevados. Deste modo, por falta de informação disponibilizada, tendo em consideração o nível de degradação dos elementos em causa, demonstra-se ser necessária a realização de intervenções profundas com uma periodicidade decenal (valor idêntico ao estipulado no Capítulo 4), com o intuito de evitar o desenvolvimento acelerado deste tipo de anomalias. As restantes anomalias que obrigam à realização de intervenções profundas são consequência em especial de erros de execução ou concepção (inclinação insuficiente da secção das caleiras, insuficiência de ralos de embocadura ou tubos de queda), pelo que não é possível a análise da periodicidade de intervenção de acordo com os critérios referidos.

Observando a Figura 5.87, constata-se uma frequência 100%, relativamente à necessidade de intervenções profundas e possíveis substituições de elementos de fixação e serralharia. Analogamente, as coberturas que necessitam deste tipo de intervenção apresentam uma idade média de 27,6 anos e uma prioridade de intervenção de 3,0. De acordo com as informações disponibilizadas, não foram realizadas, em diversos casos, acções de reparação na última década, quer nos elementos de fixação, quer nos elementos de serralharia. Devido à agressividade do meio, os elementos em causa demonstraram uma degradação consideravelmente acelerada, não sendo viável estipular uma periodicidade fixa para a sua reparação. Caso se efectuem inspecções eficazes, é possível constatar a necessidade de intervir ou não nos elementos de fixação e serralharia pertencentes à cobertura.

Por último, relativamente aos elementos de alvenaria, verifica-se uma necessidade de limpeza de 54%. Durante o trabalho de campo, constatou-se uma frequência muito elevada de sujidades, acumulações de detritos, vegetação parasitária e colonização biológica, demonstrando serem acções de manutenção muito

pouco eficientes. Analisando os dados recolhidos, verifica-se que a idade média das coberturas em causa é de 29,7 anos e uma prioridade de intervenção é de 1,5. Tendo em consideração o nível reduzido de intervenção e sabendo que as últimas acções de limpeza foram realizadas, em diversos casos, nos anos 2007 e 2008, conclui-se que a periodicidade anual proposta no Capítulo 4 é viável.

Tendo em consideração a necessidade de intervenções ligeiras e tratamentos da superfície, verifica-se uma frequência relativa de 33% (existência de diversas fissurações com uma pequena extensão na amostra analisada). As coberturas que necessitam deste tipo de intervenção apresentam uma idade média de 30,1 anos e uma prioridade média de intervenção de 1,9 (valor pouco elevado). De acordo com diversos inquiridos, não é realizado qualquer tipo de intervenções (à excepção de limpezas) desde os anos 90, o que por consequência viabiliza a periodicidade proposta no Capítulo 4. Considerando que não foram obtidas quaisquer informações sobre a realização de intervenções ligeiras na última década, optou-se por manter a periodicidade estipulada no Capítulo 4.

Relativamente à necessidade de intervenções profundas, constata-se uma frequência relativa de apenas 13%. Analogamente, a idade média das coberturas em causa é de 53,2 anos e a respectiva prioridade de intervenção de 3,0, valor consideravelmente elevado. De acordo com as informações disponibilizadas, constataram-se diversas reparações profundas entre 1980 e 1986, ainda que muito pouco eficazes, originando degradações prematuras dos elementos em análise. A proposta teórica de periodicidade demonstra-se não ser muito viável, em comparação com o trabalho de campo, pelo que será antecipada para 20 anos.

De salientar que em diversos casos, a própria intervenção profunda pode envolver a substituição total do elemento fonte de manutenção, apesar da vida útil do elemento ser superior à periodicidade estipulada para o tipo de intervenção em causa. Na Figura 5.88, são apresentadas as prioridades médias, de acordo com o tipo de intervenção a realizar e elemento fonte de manutenção analisado.

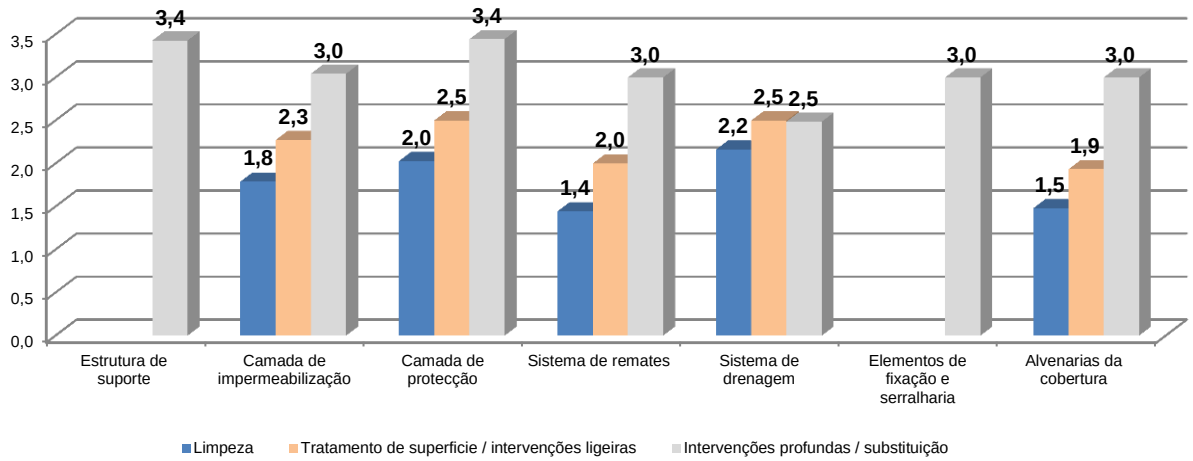


Figura 5.88 Prioridades médias, de acordo com o tipo de intervenção a realizar e o elemento fonte de manutenção de coberturas planas

Em relação às inspecções, verificou-se igualmente a necessidade de se efectuarem com periodicidades reduzidas, com o intuito de detectar pré-anomalias e assim evitar níveis de degradação acentuados. Deste

modo, as periodicidades propostas no Capítulo 4 verificam-se viáveis após a realização do trabalho de campo. No Anexo A.5.7, resume-se a nova proposta do planeamento pró-activo aferido após a análise do trabalho de campo, para coberturas planas.

5.4. Considerações finais

Neste capítulo, foram apresentados os dados recolhidos da aplicação prática da metodologia proposta no Capítulo 4. Para tal, foram inspeccionadas 60 coberturas de edifícios (34 coberturas inclinadas e 26 coberturas planas), com idades compreendidas entre 7 e 74 anos que, na sua maioria, foram sujeitas a todos os tipos de intervenções de manutenção já apresentados. As coberturas analisadas localizavam-se no distrito de Lisboa e Setúbal, englobando todos os meios de agressividade existentes.

Com o intuito de aferir a sistematização da preconização de acções correctivas e planeamento das acções pró-activas, foi necessário analisar diversas informações fundamentais da inspecção:

- anomalias existentes nos diversos elementos fonte de manutenção;
- principais causas das anomalias detectadas;
- meio onde a cobertura se encontra inserida (agressividade do meio ambiental);
- extensão da anomalia;
- nível de degradação dos elementos fonte de manutenção analisados;
- severidade da anomalia;
- prioridade de intervenção;
- acções correctivas;
- idade das coberturas e respectivas acções de manutenção ao longo da vida útil.

Através da análise das anomalias mais frequentes e das suas possíveis causas, foi possível estabelecer as prioridades de intervenção e posteriormente efectuar uma análise das acções correctivas correspondentes, criando assim condições para elaborar medidas eficazes de acções correctivas após inspecção. Da análise realizada, constatou-se que o revestimento é o elemento fonte de manutenção de coberturas inclinadas com maior frequência de anomalias, seguido do sistema de drenagem e remates. Analogamente, verificou-se que a camada de impermeabilização é o elemento fonte de manutenção de coberturas planas mais afectado pelas anomalias em causa.

Relativamente ao tipo de anomalias, verificou-se que, independentemente do sistema de cobertura em análise, as anomalias estéticas são as mais detectadas na maioria dos elementos fonte de manutenção analisados. Este tipo de anomalias representa as primeiras manifestações de degradação, consequência de uma manutenção ineficaz por parte dos utentes e entidades responsáveis. Todas as coberturas inspeccionadas apresentam idades superiores a 7 anos, sendo suficiente para se detectar anomalias mais gravosas como perda de aderência e mesmo estruturais. De cada tipo de anomalia, destacam-se a sujidade superficial, acumulação de detritos e vegetação parasitária das anomalias estéticas, a fissuração, empolamentos e descolamentos das anomalias de perda de aderência e a deformação acentuada, perda de

secção e resistência das anomalias de perda de funcionalidade. Dos erros de execução, podem-se destacar as diversas anomalias detectadas no sistema de ventilação e drenagem.

Conclui-se também que a maioria das prioridades de intervenção das anomalias detectadas é dos níveis 2 (necessidade de intervir a médio prazo, ou seja, 2 a 5 anos) e 3 (intervenções correctivas em menos de 2 anos). Uma vez que as anomalias com maior incidência são estéticas, associadas ao aspecto visual e não propriamente à segurança ou rotura dos elementos fonte de manutenção, as pontuações na análise multicritério são menores.

Com o intuito de compreender todo o processo realizado, verificou-se que os pontos singulares são os que apresentam um maior número de anomalias, relativamente à zona corrente da cobertura (independentemente da tipologia da cobertura). No entanto, relativamente à urgência de actuação, apesar de os pontos singulares apresentarem uma maior necessidade, a discrepância não é tão notória. Posteriormente a esta análise, foi possível rectificar a preconização de acções de manutenção correctivas após inspecção. As acções correctivas estipuladas no Capítulo 4 foram confirmadas, mas foi possível especificar o tipo de acções segundo o tipo de revestimento e a prioridade de actuação relativamente às anomalias detectadas.

Na segunda fase do processo de aferição do plano de inspecção e manutenção de coberturas, foram analisadas as necessidades de manutenção, com base nas prioridades de intervenção, acções correctivas e a informação da idade e respectivas acções de beneficiação de cada uma das coberturas. Deste modo, foi possível aferir o planeamento pró-activo teórico, o qual é apresentado nas Tabelas 5.21 e 5.22.

Tabela 5.21 Síntese da aferição do planeamento teórico de acções preventivas de manutenção - Coberturas planas

Acções de manutenção	EFM	Planeamento teórico	Aferição do planeamento
Limpeza	Estrutura de suporte	Quinquenal	Quinquenal
	Camada de impermeabilização, camada de protecção, sistema de remates, elementos de fixação, serralharia e alvenarias	Anual	Anual
	Sistema de drenagem	Semestral	Semestral
Intervenções ligeiras	Estrutura de suporte em betão armado	Decenal	Decenal
	Camada de impermeabilização, camada de protecção e sistema de drenagem	Sempre que necessário	Sempre que necessário
	Sistema de remates	Quinquenal	Trienal
	Elementos de fixação e serralharia	Quinquenal	Sempre que necessário
	Alvenarias	11 anos	11 anos
Intervenções profundas	Estrutura de suporte em betão armado	30 anos	30 anos
	Camada de impermeabilização	20 anos	15 anos
	Camada de protecção	20 anos	20 anos
	Sistema de drenagem	Decenal	Decenal
	Sistema de remates	15 anos	15 anos
	Elementos de fixação e serralharia	Sempre que necessário	Sempre que necessário
	Alvenarias	25 anos	20 anos

Tabela 5.22 Síntese da aferição do planeamento teórico de acções preventivas de manutenção - Coberturas inclinadas

Operação de manutenção	EFM		Planeamento teórico	Aferição do planeamento
Limpeza	Revestimento, sistema de remates, elementos de fixação, serralharia e alvenarias		Anual	Anual
	Estrutura de suporte		Quinquenal	Quinquenal
	Sistema de ventilação, sistema de drenagem, clarabóias e janelas		Semestral	Semestral
Intervenções ligeiras	Revestimento	Telha cerâmica, fibrocimento / naturocimento, metálico e plástico	Quinquenal	Quinquenal
		Micro-betão	16 anos	Decenal
	Estrutura de suporte	Madeira e metálica	Quinquenal	Quinquenal
		Betão armado	Decenal	Decenal
	Sistema de drenagem		Sempre que necessário	Sempre que necessário
	Sistema de remates, elementos de fixação, serralharia, clarabóias e janelas		Quinquenal	Trienal
	Alvenarias		11 anos	11 anos
Intervenções profundas	Revestimento	Telha cerâmica e metálico	15 a 20 anos	20 anos
		Micro-betão	25 anos	25 anos
		Fibrocimento / naturocimento e plástico	5 a 10 anos	Quinquenal
	Estrutura de suporte	Madeira e metálica	25 anos	20 a 25 anos
		Betão armado	30 anos	
	Sistema de ventilação e sistema de remates		15 anos	15 anos
	Sistema de drenagem		Quinquenal	7 anos
	Elementos de fixação e serralharia		Sempre que necessário	Sempre que necessário
	Clarabóias e janelas		Decenal	Decenal
	Alvenarias		25 anos	20 anos

Após a aplicação da metodologia de implementação do plano de manutenção pró-activo, proposto no Capítulo 4, é possível constatar algumas discrepâncias tanto no que foi proposto no capítulo anterior, como na informação avaliada no trabalho de campo. Deste modo, com o intuito de avaliar genericamente todo o planeamento efectuado, é possível constatar que:

- a amostra de 60 coberturas não é muito viável para um tratamento estatístico, mas o facto de terem sido inspeccionadas coberturas com idades distintas (7 a 74 anos) e de se localizarem em meios de diferente agressividade, permitiu traçar uma tendência e validar os pressupostos;
- apesar de em diversos casos ter sido difícil a análise de todos os elementos fonte de manutenção (em especial a estrutura de suporte) sugeridos no capítulo anterior, foi possível validar todas as problemáticas existentes num sistema de cobertura; os próprios utentes dificultaram o acesso às coberturas, em especial aos sistemas de coberturas inclinadas, pois em diversos casos era necessário o acesso ao interior dos fogos;
- a informação recolhida no local, demonstrou que os diversos edifícios estudados na presente dissertação nunca teriam sido alvo de acções de manutenção (em especial intervenções ligeiras e profundas), informação que, com o decorrer do trabalho e em alguns casos, se verificou ser falsa; a

contrariedade em causa tem origem na falta de registo das acções (particularmente de edifícios mais antigos) e da falta de informação dos utentes ou responsáveis pela gestão dos edifícios do conceito de “manutenção”; por outro lado, em casos pontuais, constatou-se uma tentativa de planeamento de acções de manutenção e a existência de diversas informações sobre acções de beneficiação já realizadas, apesar de a degradação das coberturas ser considerável;

- relativamente à inspecção, é de salientar a dificuldade da atribuição de anomalias e causa numa inspecção meramente visual; em diversos casos, era necessário um diagnóstico complementar que não foi possível devido à falta de material disponível;
- na maioria das anomalias estéticas detectadas durante as inspecções, mesmo em casos de grande degradação, o sistema classificativo aplicado não demonstra numericamente a urgência de actuação; relativamente ao sistema de drenagem, constatou-se uma urgência de actuação considerável, pois mesmo este tipo de anomalias poderá reduzir a durabilidade dos elementos e prejudicar o correcto funcionamento dos mesmos;
- a panóplia de idades das coberturas inspeccionadas permitiu aferir todo o planeamento pró-activo dos elementos fonte de manutenção analisados;
- a ausência e realização ineficaz de acções de manutenção, ao longo da vida útil das coberturas inspeccionada, e alguns erros de execução e concepção levaram a que muitas das acções de manutenção pró-activas previstas no Capítulo 4 fossem antecipadas;
- as inspecções nos primeiros anos após a construção são fundamentais para a detecção de pré-anomalias com origem em erros de concepção e execução e podem evitar níveis de degradação acentuados e, consequentemente, gastos económicos.

No capítulo seguinte, são apresentadas as conclusões gerais da dissertação, onde serão também identificadas as áreas de desenvolvimentos futuros.

6. Conclusões e desenvolvimentos futuros

6.1. Considerações gerais

Tendo em consideração o estado de degradação do parque habitacional português e a crise global no sector da construção, verifica-se uma necessidade de se qualificar e de se optimizar o sector perante as novas exigências da sociedade. Para tal, demonstra-se ser essencial implementar uma legislação e fiscalização mais rigorosas e eficientes em todas as fases do processo construtivo e ao longo da vida útil dos edifícios. Verifica-se que a adopção de planos de inspecção e manutenção de edifícios é uma mais valia para garantir continuamente um bom estado de conservação de todo o edificado.

Neste contexto, analisou-se, ao longo da dissertação, quatro temáticas essenciais para definir uma eficaz política de manutenção. Deste modo, numa fase inicial, caracterizou-se a prática de manutenção em Portugal, demonstrando um claro carácter reactivo, falta de investimento e um "peso" considerável no desempenho económico do país. De modo a existir um processo adequado de comparação, foram caracterizadas as práticas de manutenção em outros países da União Europeia, América do Norte, América do Sul e Japão, verificando-se a existência de diversos planos de inspecção e manutenção de edifícios (PIMEs), os quais podem ser adaptados e devem ser exemplos a seguir em Portugal.

Durante a realização do estudo em causa, verificou-se a existência de uma diversidade imensa de tipologias construtivas e possíveis materiais a utilizar em coberturas (inclinadas e planas). A escolha adequada da tipologia a aplicar é consideravelmente relativa, pois todas elas apresentam vantagens e desvantagens. No entanto, foi possível expor as suas principais funcionalidades. A degradação dos elementos de uma cobertura é uma problemática ainda em desenvolvimento em termos de investigação. No entanto, verificou-se que as anomalias que ocorrem em coberturas representam uma percentagem bastante elevada, relativamente ao número total de anomalias de um edifício. Com base na bibliografia disponível, é possível afirmar que, actualmente, as coberturas inclinadas apresentam um espectro de anomalias superior relativamente a coberturas planas mas que não se demonstra ser consensual para todos os investigadores.

Posteriormente, efectuou-se o estudo das coberturas e dos factores essenciais para o sucesso da implementação das medidas de manutenção. Para tal, procedeu-se a uma recolha bibliográfica, demonstrando-se uma mais valia para o correcto desenvolvimento da dissertação.

Em suma, procurou-se sintetizar os principais factores para uma abordagem pró-activa da manutenção com base na seguinte informação:

- conhecimento do processo construtivo dos elementos fonte de manutenção (EFM) de um sistema de cobertura;
- caracterização dos agentes de degradação, das anomalias e respectivas causas;
- caracterização dos valores de vida útil dos elementos constituintes de uma cobertura;
- principais acções de manutenção nos elementos construtivos em causa.

Numa terceira fase, definiram-se e validaram-se as fases fundamentais para a implementação adequada dos planos de inspecção e manutenção de coberturas. Para tal, foi necessário propor e aferir os elementos fonte de manutenção (EFM) a analisar, o sistema classificativo de anomalias, as medidas correctivas e o planeamento das acções pró-activas. Em suma, a elaboração do planeamento proposto permite o acompanhamento contínuo e eficaz de todos os EFM relevantes em coberturas de edifícios e, consequentemente o controlo atempado do aparecimento e propagação de anomalias, minimizando os trabalhos extraordinários e a degradação prematura de todo o sistema.

Por último, foram apresentados os dados recolhidos da aplicação prática da metodologia proposta. Para tal, foram inspeccionadas 60 coberturas, localizadas em diversos meios de agressividade. Com o intuito de aferir e sistematizar a preconização de acções correctivas e planeamento das acções pró-activas, foi necessário analisar diversas informações fundamentais da inspecção: anomalias existentes nos diversos elementos fonte de manutenção (EFM); principais causas das anomalias detectadas; meio de agressividade; extensão das anomalias; nível de degradação dos elementos fonte de manutenção (EFM) analisados; severidade de cada anomalia; prioridade de intervenção, dependendo dos factores anteriores; acções correctivas a realizar; idade das coberturas e respectivas acções de manutenção ao longo da vida útil.

6.2. Conclusões gerais

Tendo em consideração o âmbito da dissertação, realizou-se uma pesquisa exaustiva, com o intuito de uniformizar três documentos fundamentais para a implementação do plano de inspecção e manutenção de coberturas: ficha de identificação do edifício e caracterização da cobertura; ficha de inspecção e planeamento das acções pró-activas.

Com base nas referências e nos documentos técnicos, os EFM e os materiais que os constituem, foi possível elaborar a ficha de identificação do edifício e caracterização dos tipos de cobertura.

A amostra analisada apresentava apenas 9% de edifícios de serviços mas, durante a análise dos dados recolhidos, estes provaram ser muito significativos relativamente à área total inspeccionada (43%). Deste modo, foi possível aferir um plano de inspecção e manutenção não só de edifícios habitacionais como também de serviços, verificando-se no último caso uma preocupação acrescida na realização de acções periódicas, apesar de em diversos casos ineficazes.

Posteriormente ao trabalho de campo, constatou-se que a tipologia das coberturas inclinadas inspeccionadas foi, maioritariamente, com duas águas seguido de coberturas com quatro águas. A existência predominante de coberturas com duas águas é notória em Portugal, pelo que foi possível concluir que a amostra recolhida representa adequadamente a realidade.

Relativamente ao acesso das coberturas planas, constatou-se a predominância de coberturas não acessíveis, demonstrando o peso significativo das coberturas de serviços inspeccionadas. A existência de um número considerável de anomalias no revestimento de coberturas planas demonstrou não só a ausência

de manutenção das mesmas, como também a existência insuficiente de caminhos de circulação associados à área da cobertura inspeccionada.

Independentemente do tipo de cobertura inspeccionada (inclinada ou plana), verificou-se a predominância de estruturas de suporte em betão, seguida de elementos metálicos e em madeira, demonstrando o declínio da utilização de estruturas de suporte de madeira a partir dos anos 80 e início dos anos 90, face aos restantes elementos. Por outro lado, a aplicação rápida e o baixo peso próprio, comparados com os das estruturas de betão, justificam a utilização cada vez mais comum nos dias de hoje de elementos metálicos.

Durante a análise dos dados recolhidos, verificou-se uma elevada presença de revestimentos pétreos artificiais no panorama das coberturas inclinadas, pelo seu bom desempenho face aos agentes atmosféricos e elevada durabilidade. A predominância de revestimentos em telha cerâmica foi notória, face aos restantes materiais, demonstrando o facto de ser o material mais aplicado em Portugal em coberturas inclinadas e ser enquadrado em qualquer zona do país. Por outro lado, constatou-se uma aplicação significativa de revestimentos metálicos nos edifícios de serviço inspeccionados.

Relativamente aos revestimentos em fibrocimento, apenas se constatou a sua presença em casos pontuais, particularmente em edifícios dos anos 70 e 80. Actualmente, apesar de não estar presente na amostra analisada, a aplicação deste material com novas soluções (substituição das fibras de amianto, as quais são nocivas à saúde das pessoas, por fibras sintéticas) é cada vez mais frequente.

De referir que o revestimento em micro-betão apenas se constatou numa cobertura inspeccionada, facto justificado pela sua predominância apenas no Norte de Portugal, apesar de ser, nos dias de hoje, uma alternativa bastante eficaz aos elementos cerâmicos, para qualquer tipo de edifícios (habitação, comércio, escritórios, ensino e centros comerciais).

As coberturas planas inspeccionadas apresentaram uma predominância de revestimentos à base de impermeabilização auto-protegida, seguidos de protecção pesada rígida e, em casos pontuais, protecção pesada solta. A utilização de impermeabilização auto-protegida está sempre associada a um acesso limitado à cobertura (apenas em casos de manutenção), demonstrando assim a predominância de coberturas planas não acessíveis na amostra analisada. A presença de um número reduzido de coberturas com protecção pesada solta e protecção leve deve-se, particularmente, ao progressivo abandono da sua aplicação, consequência da elevada possibilidade de ocorrência de anomalias que poderão prejudicar gravemente o funcionamento de todo o sistema.

O desenvolvimento de uma ficha de inspecção visual demonstrou-se fundamental para a aplicação de um plano de inspecção e manutenção de coberturas, englobando a listagem das anomalias mais correntes e respectivas causas.

Durante as inspecções realizadas, verificou-se que, apesar de ter sido possível analisar todos os elementos fonte de manutenção propostos (maior dificuldade relativamente à estrutura de suporte), estas foram meramente visuais, sem material especializado, o que em diversos casos não permitiu obter conclusões

sobre as causas de anomalias e a prioridade de intervenção. No entanto, não inviabilizou a aferição da metodologia proposta.

A escolha de adequados parâmetros no processo multicritério proposto verificou-se ser uma mais valia na classificação de anomalias, prescrição de medidas correctivas e posteriormente o planeamento das acções de manutenção pró-activas. No entanto, foi possível constatar a dificuldade de sistematizar a preconização de acções correctivas após inspecção, em especial devido ao carácter aleatório de anomalias e respectivas causas. Deste modo, foi necessário observar a totalidade de anomalias detectadas e, com base no tipo de anomalia, tipo de elemento fonte de manutenção analisado e prioridade de intervenção, propor as medidas correctivas mais vantajosas e eficazes.

Apesar de não ter sido significativo na amostra analisada, verificou-se que as coberturas inseridas em meio costeiro apresentam níveis de degradação elevados, particularmente os elementos de fixação e serralharia (elementos metálicos), os quais apresentavam índices de corrosão consideráveis. Tal deve-se aos agentes de degradação ambientais, os quais apresentam níveis de agressividade muito acentuados.

Da análise realizada, constatou-se que o revestimento é o elemento fonte de manutenção de coberturas inclinadas com maior frequência de anomalias (a deficiente concepção e execução do sistema de ventilação, verificada em diversos casos analisados, poderá ser a origem de muitas das anomalias detectadas), seguido do sistema de drenagem e remates. Analogamente, verificou-se que a camada de impermeabilização é o elemento de coberturas planas mais afectado pelas anomalias em causa, demonstrando a sua prematura degradação face aos elementos de protecção pesada (os materiais aplicados apresentam resistência e durabilidade inferiores). A constante utilização das coberturas por parte dos utentes e a ausência de caminhos de circulação adequados são, em diversos casos, as principais causas do nível de degradação da camada de impermeabilização.

Relativamente ao tipo de anomalia, demonstrou-se que as anomalias estéticas, particularmente sujidade superficial, acumulação de detritos e vegetação parasitária / colonização biológica, são predominantes na maioria dos elementos analisados, justificando o facto de serem as primeiras manifestações de degradação, consequência de uma ausência de manutenção por parte dos utentes e entidades responsáveis pela gestão do edificado.

Por outro lado, verificou-se que os pontos singulares das coberturas inspeccionadas (independentemente da tipologia do sistema) apresentam um maior número de anomalias, relativamente à zona corrente. A concepção e execução descurada dos pontos singulares de uma cobertura, bem como a sua importância no correcto funcionamento de todo o sistema, foram notórias no trabalho de campo realizado.

A aplicação do processo multicritério nas coberturas inspeccionadas demonstrou a predominância dos níveis 2 e 3 de intervenção (particularmente devido a existência significativa de anomalias de perda de aderência e fixação), tal seria expectável devido ao planeamento ineficaz das acções de manutenção e à constante política reactiva existente em Portugal. Todas as coberturas inspeccionadas apresentam idades superiores a 7 anos e inferiores a 72 anos, sendo suficiente para detectar anomalias mais gravosas como

perda de aderência, funcionalidade e mesmo estruturais e, por consequência, facilitar todo o planeamento de acções de manutenção pró-activas.

O nível 1 de prioridade de intervenção deve-se particularmente às anomalias estéticas detectadas nas coberturas inspeccionadas apesar de, em diversos casos, ter sido demonstrada a necessidade de intervir a médio / curto prazo (níveis 2 e 3 de intervenção, respectivamente). Posteriormente à análise das anomalias detectadas, conclui-se que o sistema de drenagem apresenta níveis de intervenção elevados, incluindo a reparação de anomalias estéticas, as quais poderão prejudicar o correcto funcionamento do elemento e consequentemente provocar a sua degradação prematura.

O nível 4 de intervenção foi predominante em anomalias de perda acentuada de funcionalidade. A existência deste tipo de anomalias obriga a uma urgência imediata de actuação, com o intuito de restabelecer os níveis adequados de desempenho do elemento fonte de manutenção em análise.

Tendo em consideração a análise de as anomalias detectadas e respectivas causas e as prioridades de intervenção das mesmas, foi possível aferir uma proposta de acções correctivas a realizar. Deste modo, independentemente do elemento em análise e do grau de prioridade, conclui-se que, na presença de sujidade superficial, acumulação de detritos ou vegetação parasitária / colonização biológica, se devem efectuar limpezas, distinguindo-se apenas pelos produtos a aplicar.

Relativamente à existência de manchas de corrosão nos revestimentos analisados, verificou-se que caso o nível de intervenção seja 2 (nível de degradação pouco significativo), a limpeza e a aplicação de uma nova pintura e produtos anti-corrosivos (elementos metálicos) são suficientes para a sua eliminação. Por outro lado, caso se verifique um nível 3 de intervenção, deve-se promover a substituição dos elementos afectados.

A eliminação da corrosão e descasque de elementos de serralharia deve ser realizada com base na decapagem do elemento e posterior aplicação de uma nova pintura com produtos anti-corrosivos (nível de intervenção 3). Caso se verifique uma extensão e nível de degradação acentuados (nível 4 de intervenção), conclui-se que a solução mais vantajosa seria a substituição do elemento.

Relativamente às anomalias de perda de aderência, conclui-se que a substituição parcial (nível 2 de intervenção) ou total do elemento (nível 3 de intervenção) é a solução mais vantajosa e económica. Em casos pontuais, podem-se aplicar produtos ligantes, com o intuito de eliminar possíveis fissuras. No entanto, a sua extensão deve ser reduzida para que o processo seja economicamente viável.

As anomalias de perda acentuada de funcionalidade podem ser eliminadas através do reforço do elemento ou através da sua substituição parcial / total. Dependendo do nível de prioridade e do elemento analisado, deve-se estudar a solução economicamente mais viável.

O planeamento teórico das actividades pró-activas baseou-se na bibliografia técnica, devidamente justificada. Para tal, foi necessário definir as vidas úteis de cada EFM, as acções pró-activas passíveis de serem efectuadas e as respectivas periodicidades. Com base nos documentos bibliográficos

disponibilizados, verificou-se que seria possível desenvolver uma metodologia de manutenção, tendo em consideração três tipos de intervenção preventiva: limpezas; intervenções ligeiras e intervenções profundas. Todas as intervenções em causa apresentam finalidades e periodicidades distintas. Por outro lado, tendo em consideração as acções predictivas de manutenção, verificou-se no planeamento teórico que, apesar de apresentarem periodicidades distintas, dependendo do EFM em análise, a respectiva metodologia de inspecção poderia ser idêntica (recolha de toda a informação necessária sobre os materiais aplicados na cobertura; avaliar a gravidade das anomalias detectadas e possibilidade de serem reparadas; planeamento das acções de manutenção a realizar).

Nos casos de estudo, a validação do planeamento foi efectuada através da análise das necessidades de manutenção que cada elemento fonte de manutenção apresentava. Para tal, foi necessário estudar todas as anomalias detectadas durante as inspecções, a prioridade de intervenção, as idades das coberturas inspeccionadas e possíveis acções de manutenção durante a sua vida útil. A informação recolhida através de realização de diversos inquéritos demonstrou que diversos edifícios estudados na presente dissertação nunca foram alvo de acções de manutenção (em especial intervenções ligeiras e profundas), informação que, com o decorrer do trabalho e em alguns casos, se verificou ser falsa. A contrariedade em causa tem origem na falta de registo das acções (particularmente de edifícios mais antigos) e na falta de informação dos utentes ou responsáveis pela gestão dos edifícios sobre o conceito de “manutenção”.

Com base na análise apresentada, foi possível constatar que, em casos pontuais, as acções de manutenção devem ser antecipadas, relativamente ao estipulado teoricamente, particularmente em coberturas inclinadas, permitindo um adequado desempenho de todo o sistema de cobertura ao longo da sua vida útil. Em casos pontuais, demonstrou-se viável aumentar a periodicidade de intervenção dos elementos fonte de manutenção em análise.

Relativamente aos revestimentos em micro-betão, verificou-se ser prudente antecipar em 6 anos as acções de intervenção ligeira, propondo uma periodicidade decenal. Analogamente, optou-se por estipular uma periodicidade de intervenção trienal para o sistema de remates de coberturas inclinadas, particularmente devido à sua resistência aos principais factores de degradação.

Tendo em consideração o nível de degradação das clarabóias, janelas e elementos de fixação e serralharia e a sua susceptibilidade aos agentes atmosféricos de degradação, optou-se por antecipar a realização de intervenções ligeiras, recomendando uma periodicidade trienal.

A substituição dos elementos em telha cerâmica e plásticos apresentou uma periodicidade elevada, posteriormente à realização do trabalho de campo. Deste modo, propôs-se periodicidades de substituição dos elementos de 40 e 15 anos, respectivamente. Analogamente, os elementos de alvenaria devem ser sujeitos a intervenções profundas num intervalo de 20 anos, particularmente devido à ausência de acções de beneficiação a este nível, à prioridade de intervenção determinada e à idade das coberturas analisadas.

Por outro lado, a realização quinquenal de intervenções profundas no sistema de drenagem de coberturas inclinadas não se verificou necessária, tendo em consideração o nível de degradação dos elementos e as

acções de beneficiação já realizadas. Deste modo, constatou-se que seria viável a realização de intervenções profundas de 7 em 7 anos nos elementos em causa.

Posteriormente à realização do trabalho de campo e respectiva análise, verificou-se que diversos elementos fonte de manutenção podem funcionar durante toda a vida do edifício. Este facto deve-se à vantagem de se executar intervenções ligeiras e profundas nos diversos elementos constituintes de um sistema de cobertura.

Em suma, o desenvolvimento deste plano de inspecção e manutenção demonstrou ser uma solução passível de ser aplicada pelos gestores, utentes ou técnicos dos edifícios portugueses, no entanto, é importante um enquadramento legal, de modo a existir uma prática mais efectiva da manutenção.

De uma forma geral, consideraram-se atingidos todos os objectivos propostos. Após a elaboração desta dissertação, conclui-se que a mesma pode contribuir para a divulgação da utilidade do tema, em especial por introduzir uma proposta de procedimentos eficazes e organizados e posteriormente testar a sua validade e aplicabilidade prática. As estratégias de manutenção apresentadas devem ser divulgadas e implementadas nos diferentes níveis hierárquicos da construção, permitindo a compreensão da sua importância e a majoração dos níveis de qualidade de todos os elementos analisados.

6.3. Desenvolvimentos futuros

Demonstrou-se que a dissertação de mestrado realizada é um contributo válido para a criação e desenvolvimento de trabalhos futuros. Deste modo, propõe-se como trabalhos futuros os que de seguida se apresentam:

- a ampliação desta área de investigação aos elementos do interior dos edifícios (paredes interiores, pavimentos, rede de abastecimento de água e de drenagem de águas residuais domésticas) pode vir a ser uma mais valia para a obtenção de um documento abrangente de todos os elementos construtivos de um edifício;
- desenvolvimento de ferramentas informáticas que caracterizem os EFM de coberturas, assim como o levantamento das anomalias e respectivas causas e soluções de reparação para cada EFM;
- implementação dos mesmos planos de inspecção e manutenção em diversos casos de estudo mas que incluam uma análise económica das acções de manutenção nos diversos elementos fonte de manutenção analisados e posterior realização do planeamento das acções pró-activas;
- aplicação de modelos de apoio à decisão, com o intuito de auxiliar os responsáveis pela gestão dos edifícios a sintetizar a informação necessária, de acordo com a avaliação dos elementos de construção do edifício; dependendo do estado de conservação do elemento em análise, deverão ser determinadas as operações necessárias;
- desenvolvimento de um estudo que permita determinar, de forma quantitativa, os parâmetros que influenciam a vida útil do elemento e as diversas estratégias de manutenção; um dos métodos poderá ser o processo factorial, o qual foi referenciado na presente dissertação.

Bibliografia

ABATE, D., TOWERS, M., DOTZ, R. e ROMANI, L., “The whitestone facility maintenance and repair cost reference”, USA, 2009, 484 p.

AHLUWALIA, G., SEIDERS, D. e MELMAN, S.,”Study of life expenctancy of home components”, NAHB, Washington, USA, 2007, 19 p.

AHTOLA, M., “Roof systems manual”, The Finnish Roofing Association, Finland, 2007 76 p.

ALAÇO, “Ficha técnica: chapas trapezoidais”, catálogo técnico, 2011

ALBANO, J., “La maintenance des bâtiments en 250 fiches pratiques”, Editions Le Moniteur, Paris, 491 p.

ANTUNES, M. e CORVACHO, H., “Desenvolvimento de fichas de diagnóstico e de intervenção no âmbito da manutenção correctiva num sistema integrado de manutenção de edifícios de habitação”, 1º Encontro Nacional sobre Patologia e Reabilitação de Edifícios, FEUP, Porto, 2003, pp. 2-8.

APICER, “Manual de aplicação de telhas cerâmicas”, Associação Portuguesa de Industriais de Cerâmica de Construção, Coimbra, 1998.

APPLETON, J., “Coberturas com revestimento descontínuo: Estruturas das coberturas: Estruturas de betão. Especialização e Aperfeiçoamento em Edifícios, LNEC, Lisboa, 2003 pp. 57-76.

ARAÚJO, A., BRITO, J. de e JÚLIO, E., “Manual de inspecção de patologia exterior de construções edificadas em Portugal no período de 1970 a 1995”, Relatório ICIST, DTC n.º 12/08, IST. 2008, 194 p.

ARDITI, D. e NAWAKORAWIT, M., “Issues in building maintenance: property managers perspective”, ASCE Journal of Architectural Engineering, volume 10, n.º 4, 1999, pp. 525-533.

ATCHESON, D., “Roofing construction & estimating”, Craftsman book company, 1995, 444 p.

BARBOSA, S., “Planeamento da manutenção em elementos de construção em fachadas de edifícios de serviços”, Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil, IST, Lisboa, 2009. 162 p.

BARROS, P., “Processos de manutenção técnica de edifícios - Plano de manutenção de coberturas”. Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil, FEUP, Porto, 2008, 135 p.

BARTHEL, R., KIESSL, K., OSTER, J. e SCHUNCK, E., “Roof construction manual: Pitched roofs**”,** Birkhäuser, publishers for architecture, Base, 2003.

BATISTA, S., “Impermeabilização de coberturas em terraço: directrizes para o projecto”, Dissertação de Mestrado em Construção, IST, Lisboa, 2004, 209 p.

BERGE, B., “The ecology of building materials”**,** Architectural Press Elsevier Science Ltd, Oxford, 2001.

BOURKE, K. e DAVIES, H., “Estimating service lives using the factor method for use in whole life costing”, 8DBMC International Conference on Durability of Building Materials and Components, Vancouver, Canada, 1999, pp. 1518-1526.

BRANCO, F., “Conceber edifícios duráveis”, 1.º Encontro Nacional sobre Patologia e Reabilitação de Edifícios, FEUP, Porto, 2003, pp. 26-31.

BRAND, S., “How buildings learn. What happens after they're built”, Penguin Group, USA, 1994.

BRITO, J. de e PAULO, P., “Classificação das coberturas inclinadas e respectivos revestimentos”, Folhas da cadeira de Tecnologia da Construção de Edifícios, IST, Lisboa, 2001, 78 p.

BRITO, J. de, “Sistemas de inspecção e diagnóstico em edifícios”. 3º Encontro Nacional sobre Patologia e Reabilitação de Edifícios, FEUP, Porto, 2009, pp. 19-22.

BRITO, J. de, GONCALVES, C. e PEREIRA, T., “Desenvolvimento de um sistema de apoio à inspecção de edifícios correntes”. 3º ENCORE - Encontro sobre Conservação e Reabilitação de Edifícios, LNEC, Lisboa, 2003, pp. 1167-1175.

BUREAU VERITAS, “Gestion technique du patrimoine – Rehabilitation et maintenance”, Guide Veritas du Bâtiment, tome 4, edições Le Moriteur, Paris, 1993.

CARRIÓ, J. e RAMOS, L., “Manual de inspección técnica de edifícios”, Madrid, 2002.

CARVALHO, J., “Manutenção e desempenho em serviço de edifícios durante o período de vida útil”, Curso FUNDEC/ ICIST - Manutenção e desempenho em serviço de edifícios durante o período de vida útil, IST, Lisboa, 2010.

CASH, C., “Roofing failures”, 2nd international symposium on building pathology, durability and rehabilitation, LNEC, Lisboa, 2003, pp. 261-269.

CASH, C., “The relative durability of low-slope roofing”, Fourth International Symposium of Roofing Technology, Gaithersburg, USA, 1997, pp. 119-124.

CHEW, M., “Maintainability of buildings”, 2nd International Symposium on Building Pathology, Durability and Rehabilitation, LNEC, Lisboa, 2003, pp. 45-57.

CHIEN-HO KO, “RFID - based building maintenance system”, Automation in Construction, volume 18, n.º 3, 2009, pp. 275-284.

CHIU, C., NOGUCHI, T., KANEMATSU, M. e NAGAI, H., “Optimal maintenance plan by minimizing life-cycle cost including deterioration risk”, 11DBMC International Conference on Durability of Building Materials and Components, Istanbul, Turkey, 2008, pp. 1853-1863.

CHUDLEY, R., GREENO, R., “Construction technology”, Pearson Education Limited, UK, 2005, 634 p.

CIB W86 “Building pathology: a state-of-the-art report”, CIB report, Netherlands, 1993.

CONSTRULINK, “ Ficha técnica: anomalias em coberturas de telha cerâmica”, Lisboa, 2006

CONSTRULINK, “Ficha técnica: reabilitação de coberturas planas”, Lisboa, 2011

CRUZ, H. e AGUIAR, J., “Patologia em pavimentos e cobertura de edifícios”, 3º Encontro Nacional sobre Patologia e Reabilitação de Edifícios, FEUP, Porto, 2009, pp. 409-414.

CRUZEN, R., “Manager´s guide to preventive building maintenance”, Fairmont Press, London, UK, 2009, 299 p.

CSOPT - “Conselho Superior de Obras Públicas e Transportes. Subcomissão para a revisão do RGEU – Regulamento Geral de Edificações Urbanas”, Versão provisória - documento de apresentação, Lisboa, 2004.

DAMEN, T. “Planning and budgeting maintenance activities. In systems of maintenance planning”, CIB W70. Edinburg, UK, 1983, 16 p.

DANIOTTI, B., “Durability evaluation and control to prevent building pathologies”, 2nd International Symposium on Building Pathology, Durability and Rehabilitation, LNEC, Lisboa, 2003, pp. 97-105.

DIAS, T., “Durabilidade de materiais utilizados nos sistemas de impermeabilização de coberturas planas”, Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil, FEUP, Porto, 2008, 60 p.

DOUGLAS, J. e RANSOM, W., “Understanding building failures”, Taylor & Francis, UK, 2007, p. 326.

DOW, “Manual de apoio técnico: soluções styrofoam”, catálogo técnico, 2011.

ERDLY, J. e SCHWARTZ, T., “Building façade maintenance, repair and inspection”, ASTM, USA, 2004.

FALORCA, J., “Modelo para plano de inspecção e manutenção em edifícios correntes”, Dissertação de Mestrado em Construção, FCTUC, Coimbra, 2004, 237 p.

FERREIRA, A., “Implementação de uma política de manutenção e de reabilitação em Portugal”, Dissertação de Mestrado em Construção, IST, Lisboa, 2007, 246 p.

FERREIRA, L., “Rendimento e custos em actividades de manutenção de edifícios - coberturas de edifícios correntes”, Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil, IST, Lisboa, 2009, 122 p.

FERREIRA, R. “Metodologia de manutenção de edifícios - revestimento de pavimentos interiores cerâmicos”, Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil, FEUP, Porto, 2009, 224 p.

FINK, S., “The Rehab guide”, PATH, Washington, USA, 1999, 81 p.

FLORES, I. e BRITO, J. de - “Manutenção em edifícios correntes - Estado actual do conhecimento”, Encontro Nacional da Construção - “Construção 2001”, IST, Lisboa, 2001, pp. 737-740.

FLORES, I., “Estratégias de manutenção - Elementos da envolvente de edifícios correntes”, Dissertação de Mestrado em Construção, IST, Lisboa, 2002, 186 p.

FLORES-COLEN I., BRITO, J. de, “A systematic approach for maintenance budgeting of buildings façades based on predictive and preventive strategies”, Construction and Building Materials, volume 24, n.º 9, 2010, pp. 1718-1730.

FLORES-COLEN, I. e BRITO, J. de “ A influência de alguns parâmetros na fiabilidade de estratégias de manutenção em edifícios correntes”, 3º ENCORE - Encontro sobre Conservação e Reabilitação de Edifícios, LNEC, Lisboa, 2003, pp. 1017-1027.

FLORES-COLEN, I. e BRITO, J. de, “Erros na utilização e manutenção de edifícios”, Congresso Nacional da Construção - “Construção 2004”, FEUP, Porto, 2004, pp. 707-712.

FLORES-COLEN, I. e BRITO, J. de, “Planos de inspecção e manutenção de edifício escolar”, QIC - Qualidade Inovação e Construção, LNEC, Lisboa, 2006, pp. 3-11.

FLORES-COLEN, I., “Manutenção pró-activa em edifícios - ferramentas para a sua aplicação”, Curso FUNDEC/ICIST - Planos de inspecção e manutenção de edifícios, IST, Lisboa, 2010.

FLORES-COLEN, I., “Planos de manutenção pró-activa em edifícios recentes”, 3º ENCORE - Encontro sobre Conservação e Reabilitação de Edifícios, LNEC, Lisboa, 2003 pp. 1-10.

FLORES-COLEN, I., BRITO, J. de e FREITAS, V., “Discussão de critérios para a definição de prioridades na manutenção predictiva em fachadas de edifícios”, GESCON - 1º Fórum Internacional de Gestão da Construção, FEUP, Porto, 2008, pp. 191-200.

GARCEZ, N., “Sistema de inspecção e diagnóstico de revestimentos exteriores de coberturas inclinadas”, Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil, IST, Lisboa, 2009, 149 p.

GARRAND, C., “HAPM guide to defect avoidance”, HAPM publications ltd, London, UK, 2001, p. 128.

GASPAR, P. e BRITO, J. de, “Tipos de vida útil das construções”. 3º Encontro Nacional sobre Patologia e Reabilitação de Edifícios, FEUP, Porto, 2009, pp. 301-306.

GONÇALVES, C., “Anomalias não estruturais em edifícios correntes - Desenvolvimento de um sistema de apoio à inspecção, registo e classificação”, Dissertação de Mestrado em Construção, FCTUC, Coimbra, 2004

HALLBERG, D., AKANDER, J., STOJANOVIC, B. e KEDBACK, M., " Life cycle management system - A planning tool supporting long-term bases design and maintenance planning", 11DBMC International Conference on Durability of Building Materials and Components, Istanbul, Turkey, 2008, pp. 1837-1844.

HARRISSON, H., "Roofs and roofing: performance, diagnosis, maintenance, repair and the avoidance of defects", BRE Press, Building Elements, London, UK, 1996.

HASSANAIN, M. e FROESE, T., "Information analysis for roofing systems maintenance management integrated system", 8DBMC International Conference on Durability of Building Materials and Components, Vancouver, Canada, 1999, pp. 1140-1151.

HODGES, C., "Effective roof management - Understanding the life cycle of your roof systems", 8DBMC International Conference on Durability of Building Materials and Components, Vancouver, Canada, 1999, pp. 1213-1222.

ILOZOR, B., OKOROH, I. e EGBU, E., "Understanding residential house defects in Australia from State of Victoria", Building and Environment, volume 39, n.º 3, 2004, pp. 327-337.

JOHNSON, M. e WYATT, D., "Preparation and prioritization of maintenance programs", 8DBMC International Conference on Durability of Building Materials and Components, Vancouver, Canada, 1999, pp. 1615-1625.

KIANG, L., "Building maintenance and modernization - Research and practice trends", Management, Quality and Economics in Building, 1991.

KOPPÁNY, A., "Building defect analysis in the service of Maintenance", 2nd International Symposium on Building Pathology, Durability and Rehabilitation, LNEC, Lisboa, 2003, pp. 71-77.

KYLE, B., e KALINGER, P., "Service life prediction of roofing systems by reliability-based analysis", 4nd International Symposium of Roofing Technology, Gaithersburg, USA, 1997, pp. 50-57.

LEITE, C., "Estrutura de um plano de manutenção de edifícios habitacionais", Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil, FEUP, Porto, 2009, 200 p.

LOPES, J., "Análise de anomalias em coberturas em terraço - Uma forma de aprender a projectar e a executar bem as respectivas soluções", 2º Encontro Nacional sobre Patologia e Reabilitação de Edifícios, FEUP, Porto 2006_a, pp. 125-135.

LOPES, J., "Da qualidade da aplicação de revestimentos de impermeabilização de coberturas em terraço", QIC, LNEC, Lisboa, 2006_b, pp. 3-11.

LOPES, J., "Anomalias em impermeabilizações de coberturas em terraço", Informação técnica de edifícios ITE 33, LNEC, Lisboa, 1994_a.

LOPES, J., “Revestimento de impermeabilização de coberturas em terraço”, Informação técnica de edifícios ITE 34, LNEC, Lisboa, 1994_b.

LOPES, J., “Classificação de coberturas em terraço - Uma abordagem ao tema”, LNEC, Lisboa, 2004, pp. 87-105.

LOPES, J., “Patologia em revestimentos de impermeabilização de coberturas fixados mecanicamente”, 1º Encontro Nacional sobre Patologia e Reabilitação de Edifícios, FEUP, Porto, 2003, pp. 295-204.

LOPES, N., “Tecnologia e reabilitação de revestimentos exteriores de coberturas inclinadas”, Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil, IST, Lisboa, 2009_a, 225 p.

LOPES, T., “Fenómenos de pré-patologia em manutenção de edifícios - Aplicação ao revestimento ETICS”, Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil, FEUP, Porto, 2009_b, 190 p.

MAGALHÃES, R., “Processo de manutenção técnica de edifícios - Rebocos pintados”, Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil, FEUP, Porto, 2008.

MARQUES, J., “Durabilidade de revestimentos de coberturas inclinadas - Telhas cerâmicas - Estimativa da vida útil”, Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil, FEUP, Porto, 2009, 139 p.

MARTEINSSON, B. e JÓNSSON, B., “Overall survey of buildings - Performance maintenance”, 8DBMC International Conference on Durability of Building Materials and Components, Vancouver, Canada, 1999, pp. 1634-1644.

MASCARENHAS, J., “Sistemas de construção IV. Coberturas planas”, Livros Horizonte, Lisboa, 2004, 223 p.

MERLET, J., “Los trabajos de mantenimiento y mejora de los edificios en Francia”, Colección Papers Sert, El mantenimiento de los edificios - desde el inicio del proyecto al final de su vida útil, Catalunha, 1999, pp 39-48.

MINOGUE, P., “Management of housing maintenance in a major public housing”, Management, Quality and Economics in Building, volume 8, n.º 2, 1991.

NOY, E., DOUGLAS, J., “Building surveys and reports”, Blackwell publishing, Oxford, UK, 2005, 432 p.

PAIVA, J., “Elementos secundários em revestimentos e acabamentos”, Folhas de apoio à cadeira de Revestimentos e Acabamentos, IST, Lisboa, 2006.

PAULO, P., “Sistemas de gestão de edifícios - modelos determinísticos e probabilísticos com algoritmos genéticos aplicados a fachadas de edifícios”, Curso FUNDEC/ ICIST - Manutenção e desempenho em serviço de edifícios durante o período de vida útil, IST, Lisboa, 2010.

PAULO, P., BRANCO, F. e BRITO, J. de, “A inspecção de edifícios no sistema de gestão de património edificado”, 2.º Encontro Nacional sobre Patologia e Reabilitação de Edifícios, FEUP, Porto, 2006, pp. 657-667.

PERRET, J., “Guide de la maintenance des bântiments. moniteur référence technique”, Paris, France, 1995, 431 p.

PIRLA, S., “Manual de mantenimiento de edifícios - el libro del técnico mantenedor”, Madrid, Espanha, 1999.

RAPOSO, T., “Durabilidade da construção - Estimativa da vida útil de revestimentos de coberturas planas”, Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil, FEUP, Porto, 2009, 132 p.

RATO, V. e BRITO, J. de, “Exigências funcionais das coberturas inclinadas”. Folhas da cadeira de Tecnologia da Construção de Edifícios, IST, Lisboa, 2003a.

RATO, V. e BRITO, J. de, “Isolamento térmico de coberturas em edifícios correntes”. Folhas da cadeira de Tecnologia da Construção de Edifícios, IST, Lisboa, 2003b.

RICHARDSON, B., “Remedial treatment of buildings”, The Construction Press, London, UK, 1995, 344 p.

RICS Books, “Building maintenance: Strategy, planning & performance”, The Royal Institution of Chartered Surveyors, UK, 2000.

ROCHA, P., “Anomalias em coberturas de terraço e inclinadas”, Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil, IST, Lisboa, 2008, 179 p.

RODRIGUES, R. e LOPES, T., “Fenómeno de pré-patologia - A sua importância em manutenção de edifícios”, QIC - Qualidade Inovação e Construção, LNEC, Lisboa, 2006, pp. 1-10.

RODRIGUES, R. e VASCONCELOS, P., “Gestão de instalações em edifícios - Estrutura de um manual de manutenção preventiva”, QIC - Qualidade Inovação e Construção, LNEC, Lisboa, 2006, pp. 4-10.

RODRIGUES, R., “ Manuais de manutenção e utilização. Proposta de estrutura e metodologia”, QIC - Qualidade Inovação e Construção, LNEC, Lisboa, 2006, pp. 1-12.

RODRIGUES, R., “Gestão de edifícios - Modelo de simulação técnico-económica”, Tese de Doutoramento em Engenharia Civil, FEUP, Porto, 2001, 201 p.

RODRIGUES, R., “Manutenção de edifícios: Análise e exploração de um banco de dados sobre um parque habitacional”, Dissertação de Mestrado em Construções, FEUP, Porto, 1989, 271 p.

RODRIGUEZ, J., “La cubierta del edificio”, Thomson paraninfo, Madrid, Espanha, 2005, 269 p.

RUDBECK, C., “Assessing the service life of building”, 8DBMC International Conference on Durability of Building Materials and Components, Vancouver, Canada, 1999, pp. 1051-1061.

SERÔDIO, P., “Coberturas em terraço”. Folhas de apoio de cadeira de Processos de Construção, IST, Lisboa, 2004.

SHEN, Q. e SPEDDING, A., “Priority setting in planned maintenance - Practical issues in using the multi-attribute approach”, Building Research & Information, volume 26, n.º 3, pp. 169-180.

SHOHET, M., ROSENFELD, Y., PUTERMAN, M. e GILBOA, E., “Deterioration patterns for maintenance Management – A methodological approach”, 8DBMC International Conference on Durability of Building Materials and Components, Vancouver, Canada, 1999, pp. 1666-1678.

SILVA, J. e FALORCA, J., “A model plan for buildings maintenance with application in the performance analysis of a composite facade cover”, Construction and Building Materials, volume 3, n.º 10, 2009, pp. 3248-3258.

SILVA, J. e FALORCA, J., “Modelo para plano de inspecção e manutenção em edifícios correntes”, Congresso Nacional da Construção - “Construção 2004”, FEUP, Porto, 2004, pp. 867-872.

SILVA, J. e GONÇALVES, P., “Patologias correntes em coberturas planas em Portugal”, Congresso nacional da construção - “Construção 2001”, IST, Lisboa, 2001, pp. 630-638.

SILVA, J., ABRANTES, V. e VICENTE, R., “Defeitos de concepção e execução de coberturas de telha cerâmica”, 1º Encontro Nacional sobre Patologia e Reabilitação de Edifícios, FEUP, Porto, 2003, pp. 135-145.

SILVA, S., “Análise de risco na gestão da manutenção de edifícios”, Curso FUNDEC/ ICIST - Manutenção e desempenho em serviço de edifícios durante o período de vida útil, IST, Lisboa, 2010.

SILVESTRE, J., “Sistema de apoio à inspecção de anomalias em revestimentos cerâmicos aderentes”, Dissertação de Mestrado em Construção, IST, Lisboa, 2005.

SOTECNISOL, “Ficha técnica: Sistema Sotecnisol 3PY + 4PY”, Lisboa, 2011.

SOUSA, J., “Soluções de reabilitação da impermeabilização de coberturas planas”, Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil, FEUP, Porto, 2009, 155 p.

SPEDDING, A., “Maintenance, management & pratice in educational buildings”, 4as Jornadas de Construções Civis - "Manutenção e reabilitação de edifícios", FEUP, Porto,1996.

TRUJILLO, L., “Manual de diagnóstico e intervenção em coberturas planas”, Collegi d´aparelladors i arquittectes técnics, Barcelona, Espanha, 2002.

VILHENA, A., PEDRO, J., PAIVA, J., COELHO, A. e BENTO, J., “Método de avaliação das necessidades de reabilitação – Desenvolvimento e metodologia de aplicação”, 3.º Encontro Nacional sobre Patologia e Reabilitação de Edifícios, FEUP, Porto, 2009, pp. 513-518.

WALTER A., LOPES, J. e BRITO, J. de, “Flat-roof waterproofing - To prevent anomalies on its surface”, 2nd International Symposium on Building Pathology, Durability and Rehabilitation, LNEC, Lisboa, 2003, pp. 519-528.

WALTER, A., “Sistema de classificação para inspecção de impermeabilizações de coberturas em terraço”, Dissertação de Mestrado em Construção, IST, Lisboa, 2002, 143 p.

WILLIAMS, B., “Facilities economics - Incorporation premises audits”, Building Economic Bureau, Shortland, UK, 1994.

WOOD, B., “Building maintenance”, Wiley-blackwell, Oxford, UK, 2009, 238 p.

Regulamentação / Normalização

BS 3811, “Glossary of maintenance management terms in tero-technology”, BSI, London, UK, 1984.

BS 7543, “Guide to durability of buildings and building elements, products and components”, BSI, London, UK, 2003, 30 p.

BS 8210, “British standart guide to building maintenance management”, BSI, London, UK, 1986, 40 p.

ISO 15686-1, “Buildings and constructed assets - Service life planning: Part 1: General principles”, ISO, Geneva, Switzerland, 2000, 41 p.

ISO 15686-2, “Buildings and constructed assets - Service life planning: Part 2: Service life prediction procedures”, ISO, Geneva, Switzerland, 2001, 24 p.

NBR 5674, “Manutenção de edifícios. Procedimento”, ABNT, Rio de Janeiro, Brasil, 1999.

NP 4483, “Requisitos para um sistema de gestão de manutenção”, NP, Lisboa, 2008.

NP EN 1991-1-4, “Eurocódigo 1 - Acções em estruturas: Parte 1-4: Acções gerais - Acções do vento”, IPQ, Lisboa, 2010, 146 p.

UNI 10604, “Manutenzione. Criteria di progettazione, gesttione e controllo dei servizi di manutenzione di immobili”, UNI, Milano, Itália, 1997, 18 p.

UNI 10831-1, “Manutenzione dei património immobiliari. Documentazione ed informazioni di base per il servizio di manutenzione da produrre per i progetti dichiarati esguibili ed eseguiti”, UNI, Milano, Itália, 1999, 12 p.

UNI 10874, “Criteri di stesura del manuali d´uso e di manutenzione”, UNI, Milano, Itália, 2000.

Documentos electrónicos

AECOPS - www.aecops.pt (acedido a 16 de Dezembro de 2010).

ARGIBETÃO - www.argibetao.pt (acedido a 8 de Abril de 2011).

CONSTRULINK - www.construlink.com (acedido a 12 de Março de 2011).

COOL ROOF - www.coolroofcontrator.com (acedido a 10 de Abril de 2011).

DOW - www.dow.com (acedido a 12 de Março de 2011).

ENGENHARIA CIVIL - www.engenhariacivil.com (acedido a 22 de Março de 2011).

EUROCONSTRUCT - www.euroconstruct.org (consultado em 12 de Dezembro de 2010).

IMPERALUM - www.imperalum.com (acedido a 12 de Março de 2011).

INE - www.ine.pt (acedido a 16 de Dezembro de 2010).

ONDULINE - www.onduline.pt (acedido a 8 de Abril de 2011).

PINTPOR - www.pintpor,com (acedido a 15 de Março de 2011).

ROOF CLEANING - www.roofcleaning.com (acedido a 10 de Abril de 2011).

TECTOARTE - www.tectoarte.com (acedido a 22 de Março de 2011).

TOP TELHA - www.toptelha.com.br (acedido a 22 de Março de 2011).

Anexos

Anexo A.4.1 Proposta de uma ficha-tipo de inspecção e manutenção

Tabela A.4.1.1 Informação geral do edifício

Ficha de inspecção N.º	
Técnico responsável	
Data da inspecção	

Identificação fotográfica

Informação geral do edifício								
Nome / localização do edifício								
Ano de construção								
Caracterização funcional	Comércio		Habitação		Serviço		Outro	
N.º de pisos								
Tipo de envolvente	Rural		Urbana		Marítima			
Contactos efectuados	Proprietário		Projectista		Empreiteiro		Outro	
Intervenções anteriores na cobertura **Datas** **Responsáveis**								
Observações								

Tabela A.4.1.2 Caracterização de coberturas planas

Caracterização de coberturas planas				
Acessibilidade da cobertura	Não acessível		Acessível a veículos	
	Acessível a pessoas		Especiais	
Área da cobertura				
Elementos fonte de manutenção	Estrutura de suporte	Continua	Laje maciça	
			Laje aligeirada	
			Pré-lajes	
		Descontinuas	Pranchas vazadas	
			Perfis especiais	
			Chapas metálicas nervuradas	
			Pranchas de madeira	
	Camada de impermeabilização	Tradicional	Camadas múltiplas de asfalto	
			Camadas múltiplas de emulsões betuminosas	
			Camadas múltiplas de membranas, telas ou feltros betuminosos	
		Não tradicional	Camadas múltiplas de resina acrílicas	
			Camadas múltiplas de resinas poliméricas	
			Camadas múltiplas de emulsões de betumes modificados	
			Espumas de poliuretano	
			Membranas de betumes modificados	
			Membranas termoplásticas	
			Membranas elastoméricas	
	Sistema de protecção	Protecção leve	Mineral	
			Sintético	
			Metálica	
		Protecção pesada solta	Godo	
			Calhau ou seixo	
			Material britado	
		Protecção pesada rígida	Betonilha	
			Pavimento	
			Betão simples	
			Material cerâmico	
			Peças de madeira	
			Materiais mistos	
	Singularidades	Sistema de remates	Com platibandas ou paredes emergentes	
			Com coroamento de platibanda	
			Em juntas de dilatação	
			Com soleiras de portas	
			Com tubos de queda	
			Com caleiras	
			Com base de apoio de equipamentos diversos	
			Com tubagens emergentes	
		Sistema de drenagem	Caleiras	
			Tubos de queda	
			Ralos	
		Alvenarias	Pedra natural	
			Betão	
			Cerâmica	

Tabela A.4.1.3 Caracterização de coberturas inclinadas

Caracterização de coberturas inclinadas				
Forma da cobertura	Regular uma água		Regular quatro águas	
	Regular duas águas		Pavilhão	
	Regular três águas		Irregular	
Área da cobertura				
Inclinação da cobertura				
Elementos fonte de manutenção	Revestimentos	Pétreo natural	Soletos de ardósia	
			Granito	
			Xisto	
		Pétreo artificial	Fibrocimento	
			Telha cerâmica	
			Telha de micro-betão	
			Vidro	
		Metálico	Zinco	
			Aço	
			Alumínio	
			Ferro	
			Chumbo	
			Cobre	
		Plástico	Chapa de policarbonato alveolar (PC)	
			Chapa de policloreto de vinilo (PVC)	
			Chapa de poliéster reforçado com fibra de vidro (PRFV)	
			Chapa de polimetacrilato de metilo (PMMA)	
		Misto	Telha asfáltica	
			Painel *sandwich*	
			Chapas de bio-fibras	
			Chapas de aço revestidas com betume e folhas de aluminio	
			Telha de soletos metálicos com grânulos minerais	
	Estrutura de suporte	Continua	Laje de betão armado	
		Descontinua	Madeira	
			Betão armado	
			Aço	
			Alvenaria	
			Mista	
	Sistema de ventilação	-	Micro-ventilação	
			Ventilação do desvão	
			Telhas de ventilação	
			Beiral com ventilação	
			Bandas de ventilação	
			Ventiladores	
	Singularidades	Sistema de remates	Remates em tubagens emergentes	
			Remates em cumeeiras	
			Remates no rincão	
			Remates no laró	
			Remates nas paredes emergentes	
			Remates no beiral	
			Remates nas juntas de dilatação	
		Sistema de drenagem	Tubos de queda PVC	
			Metal	
			Caleiras de alvenaria	
			Caleiras metálicas	
		Janelas e clarabóias	Madeira	
			Alumínio	
			PVC	
			Vidro	
			Acrílico	
		Alvenarias	Pedra natural	
			Cimento	
			Cerâmica	

Tabela A.4.1.4 Ficha de inspecção de cobertura de edifícios

Ficha de inspecção de coberturas de edifícios																							
EFM	**Anomalias**	**Agressividade do meio**			**Extensão**			**Nível de degradação**				**Severidade das anomalias**					**$P_{ponderado}$**	**$P_{interv.}$**	**Prioridade de intervenção**				**Acções correctivas**
		R	M	A	R	M	A	0	1	2	3	A	B	C	D	E			1	2	3	4	
Observações																							

Anexos A.5.1 Identificação das coberturas inspeccionadas

Tabela A.5.1.1 Identificação das coberturas planas inspeccionadas

Designação	Localização	Ano de construção	Tipologia de utilização
Cob. 1$_{ii}$	Alameda das Comunidades Portuguesas	1949	Serviço
Cob. 2$_{ii}$	Calçada Monte do Vento	1939	Habitação
Cob. 3$_{ii}$	Rua Sousa Lopes	1980	Habitação
Cob. 4$_{ii}$	Calçada Monte do Vento	1941	Serviço
Cob. 5$_{ii}$	Alameda das Comunidades Portuguesas	1998	Serviço
Cob. 6$_{ii}$	Alameda das Comunidades Portuguesas	1998	Serviço
Cob. 7$_{ii}$	Alameda das Comunidades Portuguesas	1998	Serviço
Cob. 8$_{ii}$	Alameda das Comunidades Portuguesas	1998	Serviço
Cob. 9$_{ii}$	Alameda das Comunidades Portuguesas	1968	Serviço
Cob. 10$_{ii}$	Alameda das Comunidades Portuguesas	1980	Serviço
Cob. 11$_{ii}$	Alameda das Comunidades Portuguesas	2000	Serviço
Cob. 12$_{ii}$	Alameda das Comunidades Portuguesas	2000	Serviço
Cob. 13$_{ii}$	Alameda das Comunidades Portuguesas	1998	Serviço
Cob. 14$_{ii}$	Rua Sousa Lopes	1980	Habitação
Cob. 15$_{ii}$	Alameda das Comunidades Portuguesas	2000	Serviço
Cob. 16$_{ii}$	Avenida Luís de Camões	1980	Habitação
Cob. 17$_{ii}$	Alameda das Comunidades Portuguesas	1942	Serviço
Cob. 18$_{ii}$	Alameda das Comunidades Portuguesas	1980	Serviço
Cob. 19$_{ii}$	Alameda das Comunidades Portuguesas	1995	Serviço
Cob. 20$_{ii}$	Alameda das Comunidades Portuguesas	2000	Serviço
Cob. 21$_{ii}$	Rua Garcia de Rezende	1980	Habitação
Cob. 22$_{ii}$	Avenida Embaixador Augusto de Castro	1975	Habitação
Cob. 23$_{ii}$	Avenida Doutor Mário Moutinho	1987	Habitação
Cob. 24$_{ii}$	Largo República da Turquia	1986	Habitação
Cob. 25$_{ii}$	Rua dos Maçamedes	1975	Habitação
Cob. 26$_{ii}$	Alameda das Comunidades Portuguesas	1987	Serviço

Tabela A.5.1.2 Identificação das coberturas inclinadas inspeccionadas

Designação	Localização	Ano de construção	Tipologia de utilização
Cob. 1$_i$	Praça da Alegria	1937	Habitação
Cob. 2$_i$	Alameda Amália Rodrigues	1996	Habitação
Cob. 3$_i$	Alameda Amália Rodrigues	1996	Habitação
Cob. 4$_i$	Alameda Amália Rodrigues	1995	Habitação
Cob. 5$_i$	Rua Helena Félix	1995	Serviço
Cob. 6$_i$	Rua Helena Félix	2000	Habitação
Cob. 7$_i$	Rua Frederico de Freitas	1995	Habitação
Cob. 8$_i$	Rua Elias Pedroso	1995	Habitação
Cob. 9$_i$	Praceta José Dias Coelho	1990	Habitação
Cob. 10$_i$	Praceta José Dias Coelho	1990	Habitação
Cob. 11$_i$	Praceta José Dias Coelho	1990	Habitação
Cob. 12$_i$	Rua José Henrique Mendia	1990	Habitação
Cob. 13$_i$	Rua José Henrique Mendia	1990	Habitação
Cob. 14$_i$	Rua Norberto de Araújo	1990	Habitação
Cob. 15$_i$	Rua Cesário Verde	1983	Habitação
Cob. 16$_i$	Rua Norberto de Araújo	1990	Habitação
Cob. 17$_i$	Alameda das Comunidades Portuguesas	1980	Serviço
Cob. 18$_i$	Alameda das Comunidades Portuguesas	1949	Serviço
Cob. 19$_i$	Alameda das Comunidades Portuguesas	1949	Serviço
Cob. 20$_i$	Alameda das Comunidades Portuguesas	1995	Serviço
Cob. 21$_i$	Rua General Humberto Delgado	1975	Habitação
Cob. 22$_i$	Alameda das Comunidades Portuguesas	1995	Serviço
Cob. 23$_i$	Rua Francisco de Holanda	1970	Habitação
Cob. 24$_i$	Alameda das Comunidades Portuguesas	1995	Habitação
Cob. 25$_i$	Avenida Conselheiro de Freitas	1978	Habitação
Cob. 26$_i$	Alameda das Comunidades Portuguesas	1992	Serviço
Cob. 27$_i$	Alameda das Comunidades Portuguesas	2006	Serviço
Cob. 28$_i$	Alameda das Comunidades Portuguesas	1998	Serviço
Cob. 29$_i$	Alameda das Comunidades Portuguesas	1998	Serviço
Cob. 30$_i$	Alameda das Comunidades Portuguesas	1992	Serviço
Cob. 31$_i$	Alameda das Comunidades Portuguesas	1992	Serviço
Cob. 32$_i$	Avenida Rio de Janeiro	1975	Habitação
Cob. 33$_i$	Avenida Rio de Janeiro	1976	Habitação
Cob. 34$_i$	Rua Helena Félix	1999	Serviço

A.5.2. Ficha de inspecção e manutenção - Cob. 4_{ii}

Tabela A.5.2.1 Informação geral do edifício - Cob. 4_{ii}

Ficha de inspecção N.º	4_{II}
Técnico responsável	João Morgado
Data da inspecção	20 / 05 / 2011

Identificação fotográfica

Informação geral do edifício								
Nome / localização do edifício	Calçada do Monte do Vento N.º 3, Lisboa							
Ano de construção	1941							
Caracterização funcional	Comércio		Habitação		Serviço	×	Outro	
N.º de pisos	3 pisos							
Tipo de envolvente	Rural		Urbana	×	Marítima			
Contactos efectuados	Proprietário		Projectista		Empreiteiro		Outro	×
Intervenções anteriores na cobertura **Datas** **Responsáveis**	Substituição de todo o sistema de protecção (finais dos anos 80), limpeza geral da cobertura (última intervenção em 2009), reparações pontuais no sistema de drenagem e elementos de serralharia (2001), substituição total da estrutura de suporte (finais dos anos 80)							
Observações	Impossibilidade de aceder aos elementos de projecto. Todas as informações foram fornecidas por contacto directo com diversos utentes do edifício							

Tabela A.5.2.2 Caracterização da cobertura cob. 4_{ii}

Caracterização de coberturas planas				
Acessibilidade da cobertura	Não acessível		Acessível a veículos	
	Acessível a pessoas	×	Especiais	
Área da cobertura	600 m^2			
Elementos fonte de manutenção	Estrutura de suporte	Continua	Laje maciça	×
			Laje aligeirada	
			Pré-lajes	
		Descontinuas	Pranchas vazadas	
			Perfis especiais	
			Chapas metálicas nervuradas	
			Pranchas de madeira	
	Camada de impermeabilização	Tradicional	Camadas múltiplas de asfalto	
			Camadas múltiplas de emulsões betuminosas	
			Camadas múltiplas de membranas, telas ou feltros betuminosos	
		Não tradicional	Camadas múltiplas de resina acrílicas	
			Camadas múltiplas de resinas poliméricas	
			Camadas múltiplas de emulsões de betumes modificados	
			Espumas de poliuretano	
			Membranas de betumes modificados	
			Membranas termoplásticas	
			Membranas elastoméricas	
	Sistema de protecção	Protecção leve	Mineral	
			Sintético	
			Metálica	
		Protecção pesada solta	Godo	
			Calhau ou seixo	
			Material britado	
		Protecção pesada rígida	Betonilha	
			Pedra natural	×
			Betão simples	
			Material cerâmico	
			Peças de madeira	
			Materiais mistos	
	Singularidades	Remates	Com platibandas ou paredes emergentes	×
			Com coroamento de platibanda	
			Em juntas de dilatação	
			Com soleiras de portas	×
			Com tubos de queda	
			Com caleiras	×
			Com base de apoio de equipamentos diversos	
			Com tubagens emergentes	
		Sistema de drenagem	Caleiras	×
			Tubos de queda	×
			Ralos	×
		Alvenarias	Pedra natural	
			Betão	
			Cerâmica	×

Tabela A.5.2.3 Ficha de inspecção da cobertura cob. 4_{ii}

Ficha de inspecção de coberturas de edifícios																						
EFM	**Anomalias**	**Agressividade do meio**			**Extensão**			**Nível de degradação**				**Severidade das anomalias**					**$P_{ponderado}$**	**$P_{interv.}$**	**Prioridade de intervenção**				**Acções correctivas**
		R	M	A	R	M	A	0	1	2	3	A	B	C	D	E			1	2	3	4	
Camada de protecção	A-P 6		×			×					×				×		34	83%				×	Intervenções profundas / substituição
	A-P 7		×		×				×					×			22	54%		×			Intervenções ligeiras
	A-P 8		×		×					×				×			25	61%			×		Limpeza e intervenções ligeiras
	A-P 10		×			×		×				×					13	32%	×				Limpeza
	A-P 11		×		×					×				×			25	61%			×		Limpeza e intervenções ligeiras
	A-P 12		×			×			×				×				20	49%		×			Limpeza e intervenções ligeiras
Sistema de remates	A-S 2		×		×					×				×			25	61%			×		Intervenções profundas / substituição
	A-S 6		×		×					×				×			25	61%			×		Intervenções profundas / substituição
Sistema de drenagem	A-D 3		×			×				×				×			27	66%			×		Intervenções profundas / substituição
	A-D 6		×			×				×				×			27	66%			×		Limpeza e intervenções ligeiras
Elementos de fixação e serralharia	A-F 1		×		×				×				×				18	44%		×			Intervenções profundas
Alvenaria	A-A 2		×			×			×				×				20	49%		×			Limpeza
	A-A 3		×			×			×				×				20	49%		×			Limpeza e intervenções ligeiras
	A-A 4		×		×						×			×			28	68%			×		Intervenções profundas
Observações	Apesar de não ser apresentado na ficha de inspecção em causa, verificaram-se diversos indícios de infiltrações no tecto do último piso, realçando o estado de degradação da cobertura																						

A.5.3. Ficha de inspecção e manutenção – Cob. 14_{ii}

Tabela A.5.3.1 Informação geral do edifício - Cob. 14_{ii}

Ficha de inspecção N.º	17_{ii}
Técnico responsável	João Morgado
Data da inspecção	16 / 05 / 2011

Identificação fotográfica

Informação geral do edifício								
Nome / localização do edifício	Rua Sousa Lopes Lote MNO, Lisboa							
Ano de Construção	1980							
Caracterização funcional	Comércio		Habitação	×	Serviço		Outro	
N.º de pisos	14 pisos							
Tipo de envolvente	Rural		Urbana	×	Marítima			
Contactos efectuados	Proprietário		Projectista		Empreiteiro		Outro	×
Intervenções anteriores na cobertura **Datas** **Responsáveis**	Substituição de toda a camada de impermeabilização (1999). O sistema de remates foi sujeito a diversas obras de beneficiação, sendo a última efectuada em 2003. Limpeza geral da cobertura (2009).							
Observações	Disponibilizados todos os documentos de projecto, necessários à correcta caracterização da cobertura							

Tabela A.5.3.2 Caracterização da cobertura cob. 17_{ii}

Caracterização de coberturas planas				
Acessibilidade da cobertura	Não acessível	×	Acessível a veículos	
	Acessível a pessoas		Especiais	
Área da cobertura	2300 m^2			
Elementos fonte de manutenção	Estrutura de suporte	Continua	Laje maciça	×
			Laje aligeirada	
			Pré-lajes	
		Descontinuas	Pranchas vazadas	
			Perfis especiais	
			Chapas metálicas nervuradas	
			Pranchas de madeira	
	Camada de impermeabilização	Tradicional	Camadas múltiplas de asfalto	
			Camadas múltiplas de emulsões betuminosas	
			Camadas múltiplas de membranas, telas ou feltros betuminosos	×
		Não tradicional	Camadas múltiplas de resina acrílicas	
			Camadas múltiplas de resinas poliméricas	
			Camadas múltiplas de emulsões de betumes modificados	
			Espumas de poliuretano	
			Membranas de betumes modificados	
			Membranas termoplásticas	
			Membranas elastoméricas	
	Sistema de protecção	Protecção leve	Mineral	
			Sintético	
			Metálica	
		Protecção pesada solta	Godo	
			Calhau ou seixo	
			Material britado	
		Protecção pesada rígida	Betonilha	
			Pedra natural	
			Betão simples	
			Material cerâmico	
			Peças de madeira	
			Materiais mistos	
	Singularidades	Remates	Com platibandas ou paredes emergentes	×
			Com coroamento de platibanda	
			Em juntas de dilatação	×
			Com soleiras de portas	×
			Com tubos de queda	
			Com caleiras	×
			Com base de apoio de equipamentos diversos	
			Com tubagens emergentes	
		Sistema de drenagem	Caleiras	×
			Tubos de queda	×
			Ralos	×
		Alvenarias	Pedra natural	
			Betão	
			Cerâmica	×

Tabela A.5.3.3 Ficha de inspecção da cobertura cob. 17_{ii}

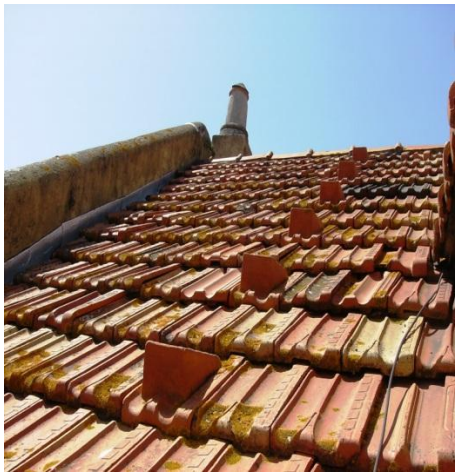
Ficha de inspecção de coberturas de edifícios																						
EFM	**Anomalias**	**Agressividade do meio**			**Extensão**			**Nível de degradação**				**Severidade das anomalias**					**$P_{ponderado}$**	**$P_{interv.}$**	**Prioridade de intervenção**				**Acções correctivas**
		R	M	A	R	M	A	0	1	2	3	A	B	C	D	E			1	2	3	4	
Camada de impermeabilização	A-I 2		×		×				×				×				18	44%		×			Intervenções ligeiras
	A-I 6		×			×				×				×			27	66%			×		Intervenções profundas
	A-I 10		×			×		×				×					13	32%	×				Limpeza
	A-P 11		×			×				×				×			27	66%			×		Limpeza e intervenções ligeiras
	A-P 12		×			×			×				×				20	49%		×			Limpeza e intervenções ligeiras
Sistema de remates	A-S1		×			×			×				×				20	49%		×			Intervenções ligeiras
	A-S 2		×		×				×					×			22	54%		×			Intervenções profundas / substituição
	A-S 3		×			×		×					×				17	41%		×			Intervenções ligeiras
	A-S 7		×			×			×				×				20	49%		×			Limpeza
Sistema de drenagem	A-D 2		×			×				×				×			27	66%			×		Intervenções ligeiras
	A-D 4		×				×	×					×				19	46%		×			Intervenções profundas / substituição
	A-D 9		×			×		×					×				17	41%		×			Intervenções profundas / substituição
Alvenaria	A-A 1		×			×				×				×			27	66%			×		Intervenções profundas / substituição
	A-A 2		×				×	×				×					15	37%	×				Limpeza
	A-A 3		×			×			×				×				20	49%		×			Limpeza e intervenções ligeiras
	A-A 4		×			×					×			×			30	73%			×		Intervenções profundas / substituição
Observações	Em diversos casos, são necessários tratamentos das superfícies em análise, resultando simultaneamente em acções de limpeza e intervenções ligeiras. Por vezes, é necessário efectuar um estudo mais aprofundado, de modo a verificar a solução mais vantajosa, ou seja, intervenção profunda ou substituição do elemento analisado.																						

A.5.4. Ficha de inspecção e manutenção - Cob. 15_i

Tabela A.5.4.1 Informação geral do edifício - Cob. 15_i

Ficha de inspecção N.º	15_i
Técnico responsável	João Morgado
Data da inspecção	18 / 05 / 2011

Identificação fotográfica



Informação geral do edifício								
Nome / localização do edifício	Rua Cesário Verde, N.º 7, Costa da Caparica, Almada							
Ano de construção	1983							
Caracterização funcional	Comércio		Habitação	×	Serviço		Outro	
N.º de pisos	5 pisos							
Tipo de envolvente	Rural		Urbana		Marítima	×		
Contactos efectuados	Proprietário		Projectista		Empreiteiro		Outro	×
Intervenções anteriores na cobertura **Datas** **Responsáveis**	Limpeza geral de todos os elementos da cobertura (2007). Intervenções ao nível de fracturação e encaixe de telhas (2001). Substituição dos elementos de fixação e remates (1995)							
Observações	Disponibilizados todos os documentos de projecto, necessários à correcta caracterização da cobertura							

Tabela A.5.4.2 Caracterização da cobertura cob. 15$_i$

Caracterização de coberturas inclinadas				
Forma da cobertura	Regular uma água		Regular quatro águas	
	Regular duas águas	×	Pavilhão	
	Regular três águas		Irregular	
Área da cobertura	750 m^2			
Inclinação da cobertura	40%			
Elementos fonte de manutenção	Revestimentos	Pétreo natural	Soletos de ardósia	
			Granito	
			Xisto	
		Pétreo artificial	Fibrocimento	
			Telha cerâmica	×
			Telha de micro-betão	
			Vidro	
		Metálico	Zinco	
			Aço	
			Alumínio	
			Ferro	
			Chumbo	
			Cobre	
		Plástico	Chapa de policarbonato alveolar (PC)	
			Chapa de policloreto de vinilo (PVC)	
			Chapa de poliéster reforçado com fibra de vidro (PRFV)	
			Chapa de polimetacrilato de metilo (PMMA)	
		Misto	Telha asfáltica	
			Painel *sandwich*	
			Chapas de bio-fibras	
			Chapas de aço revestidas com betume e folhas de alumínio	
			Telha de soletos metálicos com grânulos minerais	
	Estrutura de suporte	Continua	Laje de betão armado	
		Descontinua	Madeira	
			Betão armado	
			Aço	
			Alvenaria	×
			Mista	
	Sistema de ventilação	-	Micro-ventilação	
			Ventilação do desvão	
			Telhas de ventilação	×
			Beiral com ventilação	
			Bandas de ventilação	
			Ventiladores	
	Singularidades	Sistema de remates	Remates em tubagens emergentes	×
			Remates em cumeeiras	×
			Remates no rincão	×
			Remates no laró	×
			Remates nas paredes emergentes	×
			Remates no beiral	
			Remates nas juntas de dilatação	
		Sistema de drenagem	Tubos de queda PVC	×
			Tubos de queda metálicos	
			Caleiras de alvenaria	
			Caleiras metálicas	×
		Janelas e clarabóias	Madeira	×
			Alumínio	×
			PVC	×
			Vidro	
			Acrílico	
		Alvenarias	Pedra natural	
			Cimento	
			Cerâmica	×

Tabela A.5.4.3 Ficha de inspecção da cobertura cob. 15_i

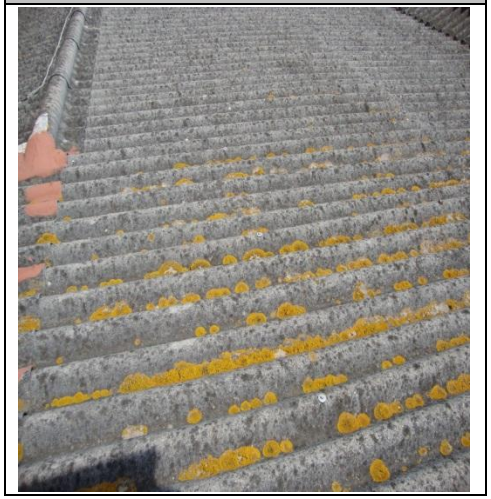
Ficha de inspecção de coberturas de edifícios																						
EFM	**Anomalias**	**Agressividade do meio**			**Extensão**			**Nível de degradação**				**Severidade das anomalias**					**$P_{ponderado}$**	**$P_{interv.}$**	**Prioridade de intervenção**				**Acções correctivas**
		R	M	A	R	M	A	0	1	2	3	A	B	C	D	E			1	2	3	4	
Revestimento	A-R 4			×		×		×				×					14	34%	×				Limpeza
	A-R 7			×	×				×				×				19	46%		×			Limpeza e intervenções ligeiras
	A-R 8			×		×			×			×					17	41%		×			Limpeza e intervenções ligeiras
	A-R 10			×		×				×				×			28	68%			×		Intervenções profundas
Sistema de ventilação	A-V 1			×		×		×				×					14	34%	×				Limpeza
Sistema de remates	A-S 6			×		×		×				×					14	34%	×				Limpeza e intervenções ligeiras
	A-S 7			×		×			×				×				21	51%		×			Limpeza e intervenções ligeiras
Sistema de drenagem	A-D 1			×	×			×				×					28	68%			×		Limpeza
	A-D 2			×		×				×				×			28	68%			×		Substituição
	A-D 6			×		×				×				×			28	68%			×		Limpeza e intervenções ligeiras
	A-D 8			×			×	×							×		29	71%			×		Substituição
Elementos de fixação e serralharia	A-F 1			×		×				×				×			28	68%			×		Intervenções profundas / substituição
Janelas e clarabóias	A-C 3			×		×			×				×				21	51%		×			Intervenções ligeiras
	A-C 6			×		×		×				×					14	34%	×				Limpeza
	A-C 7			×			×				×				×		37	90%				×	Intervenções profundas
Observações	Em diversos casos, são necessários tratamentos das superfícies em análise, resultando simultaneamente em acções de limpeza e intervenções ligeiras. Por vezes, é necessário efectuar um estudo mais aprofundado, de modo a verificar a solução mais vantajosa, ou seja, intervenção profunda ou substituição do elemento analisado.																						

Anexo A.5.5. Ficha de inspecção e manutenção - Cob. 33_i

Tabela A.5.5.1 Informação geral do edifício - Cob. 33_i

Ficha de inspecção N.º	23_i
Técnico responsável	João Morgado
Data da inspecção	22 / 05 / 2011

Identificação fotográfica



Informação geral do edifício									
Nome / localização do edifício	Avenida Rio de Janeiro, N.º 34, Oeiras								
Ano de construção	1976								
Caracterização funcional	Comércio		Habitação	×	Serviço		Outro		
N.º de pisos	5 pisos								
Tipo de envolvente	Rural		Urbana	×	Marítima				
Contactos efectuados	Proprietário		Projectista		Empreiteiro		Outro	×	
Intervenções anteriores na cobertura **Datas** **Responsáveis**	Intervenções profundas ao nível do revestimento (1990), pequenas reparações dos remates, elementos de fixação e sistema de drenagem (reparação das caleiras e tubos de queda, incluindo a sua impermeabilização). As últimas intervenções foram efectuadas em 2006								
Observações	Disponibilizados alguns documentos essenciais à correcta caracterização da cobertura. As informações relativas às intervenções realizadas, foram fornecidas pelo utente que acompanhou a inspecção.								

Tabela A.5.5.2 Caracterização da cobertura cob. 23_i

Caracterização de coberturas inclinadas				
Forma da cobertura	Regular uma água		Regular quatro águas	
	Regular duas águas	×	Pavilhão	
	Regular três águas		Irregular	
Área da cobertura	650 m^2			
Inclinação da cobertura	20%			
Elementos fonte de manutenção	Revestimentos	Pétreo natural	Soletos de ardósia	
			Granito	
			Xisto	
		Pétreo artificial	Fibrocimento	×
			Telha cerâmica	
			Telha de micro-betão	
			Vidro	
		Metálico	Zinco	
			Aço	
			Alumínio	
			Ferro	
			Chumbo	
			Cobre	
		Plástico	Chapa de policarbonato alveolar (PC)	
			Chapa de policloreto de vinilo (PVC)	
			Chapa de poliéster reforçado com fibra de vidro (PRFV)	
			Chapa de polimetacrilato de metilo (PMMA)	
		Misto	Telha asfáltica	
			Painel *sandwich*	
			Chapas de bio-fibras	
			Chapas de aço revestidas com betume e folhas de alumínio	
			Telha de soletos metálicos com grânulos minerais	
	Estrutura de suporte	Continua	Laje de betão armado	
		Descontinua	Madeira	
			Betão armado	
			Aço	
			Alvenaria	×
			Mista	
	Sistema de ventilação	-	Micro-ventilação	
			Ventilação do desvão	
			Telhas de ventilação	
			Beiral com ventilação	×
			Bandas de ventilação	
			Ventiladores	
	Singularidades	Sistema de remates	Remates em tubagens emergentes	×
			Remates em cumeeiras	×
			Remates no rincão	×
			Remates no laró	×
			Remates nas paredes emergentes	×
			Remates no beiral	
			Remates nas juntas de dilatação	
		Sistema de drenagem	Tubos de queda PVC	×
			Tubos de queda metálicos	
			Caleiras de alvenaria	×
			Caleiras metálicas	
		Janelas e clarabóias	Madeira	×
			Alumínio	×
			PVC	
			Vidro	
			Acrílico	
		Alvenarias	Pedra natural	
			Cimento	
			Cerâmica	×

Tabela A.5.5.3 Ficha de inspecção da cobertura cob. 23$_i$

Ficha de inspecção de coberturas de edifícios																						
EFM	**Anomalias**	**Agressividade do meio**			**Extensão**			**Nível de degradação**				**Severidade das anomalias**					**$P_{ponderado}$**	**$P_{interv.}$**	**Prioridade de intervenção**				**Acções correctivas**
		R	M	A	R	M	A	0	1	2	3	A	B	C	D	E			1	2	3	4	
Revestimento	A-R 4		×			×		×				×					13	32%	×				Limpeza
	A-R 7		×			×			×				×				20	49%		×			Limpeza e intervenções ligeiras
	A-R 10		×			×				×				×			27	66%			×		Intervenções profundas / substituição
Sistema de remates	A-S 3		×		×				×				×				18	44%		×			Intervenções ligeiras
	A-S 5		×			×				×				×			27	66%			×		Intervenções profundas / substituição
	A-S 6		×				×	×				×					15	37%	×				Limpeza
	A-S 7		×			×			×				×				20	49%		×			Limpeza e intervenções ligeiras
Sistema de drenagem	A-D 1		×			×		×				×					13	32%	×				Limpeza
	A-D 2		×		×					×				×			25	61%			×		Substituição
	A-D 4		×			×		×					×				17	41%		×			Substituição
Elementos de fixação e serralharia	A-F 1		×			×				×				×			27	66%			×		Substituição
Observações	Em diversos casos, são necessários tratamentos das superfícies em análise, resultando simultaneamente em acções de limpeza e intervenções ligeiras. Por vezes, é necessário efectuar um estudo mais aprofundado, de modo a verificar a solução mais vantajosa, ou seja, intervenção profunda ou substituição do elemento analisado.																						

Anexo A.5.6. Caracterização das acções de manutenção pró-activas - Coberturas planas

Tabela A.5.6.1 Caracterização das acções de manutenção pró-activas de coberturas planas

Elemento de construção – coberturas planas														
EFM	**Tipo de acção de manutenção**	**Descrição**	**Periodicidade**											
			6M	**1**	**2**	**3**	**5**	**10**	**15**	**20**	**30**	**40**	**50**
Estrutura de suporte	Inspecção	Verificação de zonas corroídas em estruturas de suporte metálicas e betão-armado											
		Verificação da existência de insectos xilófagos e fungos de podridão em estruturas de suporte em madeira				●							
		Verificação da estabilidade e existências de deformações e desprendimentos											
		Verificação da existência de humidades											
	Limpeza	Limpeza superficial de detritos diversos e acumulação de fungos através da aplicação de jacto de água, ar comprimido ou escovagem manual					●						
	Tratamento de superfície e intervenções ligeiras	Aplicação de produtos anti-corrosivos, anti-fungicidas e anti-térmitas					**5 a 10 anos**						
		Reparação de pequenas fissuras, empolamentos ou outro tipo de anomalias com gravidade pouco considerável											
	Intervenções profundas	Reparação de possíveis deformações excessivas da estrutura de suporte, infiltrações e humidade generalizada, bem como perda acentuada de resistência							**25 a 30 anos**				
	Substituição	Substituição total do elemento de madeira no final da sua vida útil										●	
		Substituição total do elemento em betão-armado no final da sua vida útil											●
		Substituição total do elemento metálico no final da sua vida útil									**35 anos**		
Camada de impermeabilização	Inspecção	Inspecção visual da camada de impermeabilização e de eventuais anomalias.											
		Verificação do estado de conservação do elemento: fissuração; perfuração; descolamento; formação de pregas e empolamentos. Estado de limpeza que poderá impedir o correcto escoamento da água. Existência de humidade, lâminas de água ou zonas corroídas		●									
	Limpeza	Limpeza com jacto de água, ar comprimido ou escovagem manual, de modo a eliminar sujidade superficial, acumulação de detritos e vegetação parasitária		●									

Tabela A.5.6.2 Caracterização das acções de manutenção pró-activas de coberturas planas (continuação)

Elemento de construção – coberturas planas													
EFM	**Tipo de acção de manutenção**	**Descrição**	**Periodicidade**										
			6M	**1**	**2**	**3**	**5**	**10**	**15**	**20**	**30**	**40**	**50**
Camada de impermeabilização	Tratamento de superfície e intervenções ligeiras	Aplicação de produtos anti-fungicidas ou anti-raízes, de modo a prevenir o seu aparecimento	**Sempre que necessário**										
		Reparação de anomalias localizadas: fissuras, empolamentos ou descolamentos											
	Intervenções profundas	Reparação de anomalias com gravidade e extensão consideráveis (fissuração e fracturação generalizada, descolamento acentuado da camada, infiltrações generalizadas em todo o elemento)							●				
	Substituição	Substituição total de elementos em asfalto									**35 anos**		
		Substituição total de elementos betuminosos								●			
		Substituição total de elementos plásticos								**25 anos**			
Camada de protecção	Inspecção	Verificação do nivelamento da camada e existência de diversas anomalias (fissuração, arrancamento, arrastamento de material leve)											
		Verificação do estado de limpeza superficial e acumulação de detritos e vegetação parasitária, que poderão impedir o correcto escoamento da água		●									
		Verificação da existência de humidade, infiltrações, lâminas de água e zonas corroídas											
	Limpeza	Limpeza com jacto de água, ar comprimido ou escovagem manual, de modo a eliminar sujidade superficial, acumulação de detritos e vegetação parasitária		●									
	Tratamento da superfície e intervenções ligeiras	Aplicação de produtos anti-fungicidas ou anti-raízes, de modo a prevenir o seu aparecimento	**Sempre que necessário**										
		Reparação de anomalias com gravidade e extensão reduzidas (pequenas fissuras e desprendimentos). Regularização e nivelamento da camada de protecção											
	Intervenções profundas	Reparação de fissuração, fracturação e desprendimentos generalizados, prejudicando a funcionalidade de todo o sistema de cobertura								●			
		Reparação de infiltrações generalizadas e de diversos elementos partidos											

Tabela A.5.6.3 Caracterização das acções de manutenção pró-activas de coberturas planas (continuação)

Elemento de construção – coberturas planas													
EFM	**Tipo de acção de manutenção**	**Descrição**	**Periodicidade**										
			6M	**1**	**2**	**3**	**5**	**10**	**15**	**20**	**30**	**40**	**50**
Camada de protecção	Substituição	Substituição total de elementos minerais, sintéticos e metálicos								**25 anos**			
		Substituição total de elementos em betão											●
		Substituição total de elementos de madeira									**35 anos**		
Sistema de drenagem	Inspecção	Verificação do estado de limpeza superficial, acumulação de detritos e vegetação parasitária que poderá provocar um escoamento ineficaz	●										
		Verificação da existência de anomalias que poderão prejudicar o correcto funcionamento do sistema (fissuração, desprendimento, corrosão)											
	Limpeza	Limpeza com jacto de água, ar comprimido ou escovagem manual, com o intuito de eliminar sujidade superficial e acumulação de detritos e vegetação parasitária	●										
	Tratamento da superfície e intervenções ligeiras	Aplicação de produtos anti-fungicidas, anti-raízes e anti-corrosivos, com o intuito de prevenir o aparecimento dessas anomalias	**Sempre que necessário**										
		Reparação de pequenas fissuras e desprendimentos localizados. Infiltrações pontuais. Caleiras com deformações ou danos e mau revestimento											
	Intervenções profundas	Reparação de elementos com um nível de degradação consideravelmente elevado (fracturação e fissuração generalizadas). Tubo de queda danificado ou solto. Elementos partidos ou furados e problemas de soldadura						●					
	Substituição	Substituição total de elementos metálicos									**35 anos**		
		Substituição total de elementos em asfalto								**25 anos**			
		Substituição total de elementos em fibra de vidro								●			
		Substituição total de elementos em PVC							●				

Tabela A.5.6.4 Caracterização das acções de manutenção pró-activas de coberturas planas (continuação)

Elemento de construção – coberturas planas													
EFM	**Tipo de acção de manutenção**	**Descrição**	**Periodicidade**										
			6M	**1**	**2**	**3**	**5**	**10**	**15**	**20**	**30**	**40**	**50**
Sistema de remates	Inspecção	Verificação do estado de limpeza											
		Verificação do estado do estado do elemento: fissuração; empolamentos; descasque; descolamento; humidade e infiltrações		●									
		Verificação da extensão e gravidade das anomalias detectadas											
	Limpeza	Limpeza com jacto de água, ar comprimido ou escovagem manual, com o intuito de eliminar sujidade superficial e acumulação de detritos e vegetação parasitária		●									
	Tratamento da superfície e intervenções ligeiras	Aplicação de produtos anti-fungicidas e anti-raízes, com o intuito de prevenir o aparecimento dessas anomalias				●							
		Reparação de pequenas fissuras, desprendimentos e empolamentos localizados											
	Intervenções profundas	Reparação de anomalias que poderão prejudicar consideravelmente o correcto funcionamento de todo o sistema de cobertura. Fissuração e rasgamentos generalizados. Existência de infiltrações em diversas zonas do elemento. Degradação acentuada de todo o elemento							●				
	Substituição	Substituição total do elemento, independentemente do material aplicado								**25 anos**			
Elementos de fixação e serralharias	Inspecção	Verificação da existência de elementos corroídos e descasque											
		Verificação do correcto funcionamento do elemento (aperto, resistência e secção adequados)	●										
	Tratamento da superfície e intervenções ligeiras	Aplicação de produtos anti-corrosivos, com o intuito de prevenir o seu aparecimento											
		Existência de perda de resistência mecânica localizada. Intervenção através de soldadura. Lubrificação e reajuste dos elementos (apertos / folgas)					●						
	Intervenções profundas	Existência de corrosão com perda de solidez, não conformidades várias. Reforço da estrutura e das fixações (perda acentuada de secção). Reposição das condições iniciais de funcionamento e tratamento do sistema de pintura	**Sempre que necessário**										
	Substituição	Substituição total dos elementos						●					

Tabela A.5.6.5 Caracterização das acções de manutenção pró-activas de coberturas planas (continuação)

Elemento de construção – coberturas planas													
EFM	**Tipo de acção de manutenção**	**Descrição**	**Periodicidade**										
			6M	**1**	**2**	**3**	**5**	**10**	**15**	**20**	**30**	**40**	**50**
Alvenarias da cobertura	Inspecções	Verificação do estado de conservação do elemento: fissurações; infiltrações; descasque, entre outro tipo de anomalias. Inspecção, em particular após fenómenos meteorológicos excepcionais	●										
	Limpeza	Limpeza com jacto de água, ar comprimido ou escovagem manual, com o intuito de eliminar sujidade superficial, acumulação de detritos e vegetação parasitária. Cuidados com a pressão de limpeza e com os produtos a aplicar, de modo a não degradar o elemento em causa		●									
	Tratamento da superfície e intervenções ligeiras	Aplicação de produtos anti-fungicidas e anti-raízes, com o intuito de prevenir o seu aparecimento	**Sempre que necessário**										
		Reparação de pequenas fissuras com argamassa apropriada. Reparar defeitos de carácter pontual, como infiltrações						**11 anos**					
	Intervenções profundas	Ausências de revestimento. Degradação generalizada. Reparação de fissuras e fracturas com elevada extensão e gravidade. Humidificação da alvenaria generalizada, infiltrações profundas. O correcto funcionamento de todo o elemento e restante sistema de cobertura pode ser comprometido								●			
	Substituição	Substituição total do elemento, independentemente do material aplicado											●

Anexo A.5.7. Caracterização das acções de manutenção pró-activas - Coberturas inclinadas

Tabela A.5.7.1 Caracterização das acções de manutenção pró-activas de coberturas inclinadas

Elemento de construção – coberturas inclinadas															
EFM	**Tipo de acção de manutenção**	**Descrição**		**Periodicidade**											
				6M	**1**	**2**	**3**	**5**	**10**	**15**	**20**	**30**	**40**	**50**
Revestimento	Inspecção	Verificação do estado de conservação dos elementos em ardósia natural, fibrocimento / naturocimento, betume, metal e plástico. Existência de fissuração, desagregação, desprendimentos, descasque ou fracturação. Estado de limpeza do revestimento e diferenças de tonalidade			●									
		Verificação da existência de corrosão acentuada nos elementos metálicos												
		Verificação do estado de conservação de revestimentos em telha cerâmica				●								
		Verificação do estado de conservação de revestimentos em micro-betão				●								
	Limpeza	Limpeza com jacto de água (com ou sem abrasivo), ar comprimido ou escovagem manual. No caso de elementos metálicos, aplicar solventes neutros e detergentes (sem produtos abrasivos)			●									
	Tratamento da superfície e intervenções ligeiras	Aplicação de produtos anti-fungicidas, anti-raízes e anti-corrosivos, com o intuito de prevenir o seu aparecimento		**Sempre que necessário**										
		Reparação de anomalias localizadas e com gravidade diminuta em revestimentos de ardósia natural, telha cerâmica, fibrocimento / naturocimento, metal ou plástico						●						
		Reparação de anomalias localizadas e com gravidade diminuta (pequenas fissuras, descasque, infiltrações localizadas) em revestimentos de micro-betão							●					
		Reparação de anomalias localizadas em revestimentos betuminosos					●							
	Intervenções profundas	Reparação de anomalias com extensão e gravidade consideráveis, podendo prejudicar o correcto funcionamento de todo o sistema de cobertura (fracturação generalizada, deformações excessivas, perfurações ou corrosão)	Ardósia natural								●			
			Telha cerâmica e metálica								●			
			Fibrocimento e plástico					●						
			Telha de micro-betão								**25 anos**			
			Betuminoso						●					

Tabela A.5.7.2 Caracterização das acções de manutenção pró-activas de coberturas inclinadas (continuação)

Elemento de construção – coberturas inclinadas													
EFM	**Tipo de acção de manutenção**	**Descrição**	**Periodicidade**										
			6M	**1**	**2**	**3**	**5**	**10**	**15**	**20**	**30**	**40**	**50**
Revestimento	Substituição	Substituição total de elementos em ardósia natural	**60 anos**										
		Substituição total de elementos em telha cerâmica e micro-betão											●
		Substituição total de elementos metálicos										●	
		Substituição total de elementos em fibrocimento / naturocimento								**25 anos**			
		Substituição total de elementos betuminosos e plásticos								●			
Estrutura de suporte	Inspecção	Verificação de zonas corroídas em estruturas de suporte metálicas e betão-armado											
		Verificação da existência de insectos xilófagos e fungos de podridão em estruturas de suporte em madeira					●						
		Verificação da estabilidade e existências de deformações e desprendimentos											
		Verificação da existência de humidades											
	Limpeza	Limpeza superficial de detritos diversos e acumulação de fungos através da aplicação de jacto de água, ar comprimido ou escovagem manual					●						
	Tratamento da superfície e intervenções ligeiras	Aplicação de produtos termoplásticos, anti-corrosivos, anti-fungicidas e anti-térmitas	**Sempre que necessário**										
		Reparação de pequenas fissuras, empolamentos ou outro tipo de anomalias com gravidade pouco considerável. Reparação de deformações na estrutura pouco acentuadas, com o intuito de impedir o prolongamento desta anomalia					**5 a 10 anos**						
	Intervenções profundas	Reparação de anomalias com extensão e gravidade consideráveis (fissuração e fracturação generalizadas, deformações e perdas de resistência excessivas)							**25 a 30 anos**				
	Substituição	Substituição total do elemento de madeira no final da sua vida útil										●	
		Substituição total do elemento em betão-armado no final da sua vida útil											●
		Substituição total do elemento metálico no final da sua vida útil									●		

Tabela A.5.7.3 Caracterização das acções de manutenção pró-activas de coberturas inclinadas (continuação)

Elemento de construção – coberturas inclinadas														
EFM	**Tipo de acção de manutenção**	**Descrição**	**Periodicidade**											
			6M	**1**	**2**	**3**	**5**	**10**	**15**	**20**	**30**	**40**	**50**
Sistema de ventilação	Inspecção	Verificação do estado de conservação das peças de ventilação	●										
		Verificação de detritos que poderão obstruir os pontos de ventilação											
	Limpeza	Desobstrução dos pontos de ventilação, com o intuito de permitir o seu correcto funcionamento	●										
	Intervenções profundas	Reparação das peças de ventilação com degradação acentuada e cujo funcionamento está bastante comprometido							●				
	Substituição	Substituição dos elementos de ventilação, associados ao tipo de material de revestimento em telha cerâmica									**35 anos**		
Sistema de drenagem	Inspecção	Verificação do estado de limpeza superficial, acumulação de detritos e vegetação parasitária que poderá provocar um escoamento ineficaz. Existência de anomalias que poderão prejudicar o correcto funcionamento do sistema	●										
	Limpeza	Limpeza com jacto de água, ar comprimido ou escovagem manual, com o intuito de eliminar sujidade superficial e acumulação de detritos e vegetação parasitária	●										
	Tratamento da superfície e intervenções ligeiras	Aplicação de produtos anti-fungicidas, anti-raízes e anti-corrosivos, com o intuito de prevenir o aparecimento dessas anomalias	**Sempre que necessário**										
		Reparação de pequenas fissuras e desprendimentos localizados. Infiltrações pontuais. Caleiras com deformações ou danos e mau revestimento											
	Intervenções profundas	Reparação de elementos com um nível de degradação consideravelmente elevado (fracturação e fissuração generalizadas). Tubo de queda danificado ou solto. Elementos partidos ou furados e problemas de soldadura					**7 anos**						
	Substituição	Substituição total de elementos metálicos								**25 anos**			
		Substituição total de elementos em asfalto											
		Substituição total de elementos em fibra de vidro								●			
		Substituição total de elementos em PVC							●				

Tabela A.5.7.4 Caracterização das acções de manutenção pró-activas de coberturas inclinadas (continuação)

Elemento de construção – coberturas inclinadas														
EFM	**Tipo de acção de manutenção**	**Descrição**	**Periodicidade**											
			6M	**1**	**2**	**3**	**5**	**10**	**15**	**20**	**30**	**40**	**50**
Sistema de remates	Inspecção	Verificação do estado de limpeza											
		Verificação do estado do estado do elemento: fissuração; empolamentos; descasque; descolamento; humidade e infiltrações		●									
		Verificação da extensão e gravidade das anomalias detectadas e possibilidade de prejudicar o funcionamento dos restantes elementos da cobertura (principalmente o material de revestimento)											
	Limpeza	Limpeza com jacto de água, ar comprimido ou escovagem manual, com o intuito de eliminar sujidade superficial e acumulação de detritos e vegetação parasitária. Durante a limpeza, é necessário ter em atenção a pressão do jacto, não sendo aconselhável a aplicação de produtos abrasivos, básicos ou alcalinos (podem provocar uma degradação prematura do elemento)		●									
	Tratamento da superfície e intervenções ligeiras	Aplicação de produtos anti-fungicidas e anti-raízes, com o intuito de prevenir o aparecimento dessas anomalias				●							
		Reparação de pequenas fissuras, desprendimentos e empolamentos localizados											
	Intervenções profundas	Reparação de anomalias que poderão prejudicar consideravelmente o correcto funcionamento de todo o sistema de cobertura. Fissuração e rasgamentos generalizados. Existência de infiltrações em diversas zonas do elemento. Degradação acentuada de todo o elemento							●				
	Substituição	Substituição total do elemento, independentemente do material aplicado								**25 anos**			
Elementos de fixação e serralharia	Inspecção	Verificação da existência de elementos corroídos e descasque											
		Verificação do correcto funcionamento do elemento (aperto, resistência e secção adequados)		●									
	Tratamento da superfície e intervenções ligeiras	Aplicação de produtos anti-corrosivos, com o intuito de prevenir o seu aparecimento											
		Existência de perda de resistência mecânica localizada. Intervenção através de soldadura. Lubrificação e reajuste dos elementos (apertos / folgas)				●							

Tabela A.5.7.5 Caracterização das acções de manutenção pró-activas de coberturas inclinadas (continuação)

Elemento de construção – coberturas inclinadas													
EFM	**Tipo de acção de manutenção**	**Descrição**	**Periodicidade**										
			6M	**1**	**2**	**3**	**5**	**10**	**15**	**20**	**30**	**40**	**50**
Elementos de fixação e serralharia	Intervenções profundas	Existência de corrosão com perda de solidez, não conformidades várias. Reforço da estrutura e das fixações (perda acentuada de secção). Reposição das condições iniciais de funcionamento e tratamento do sistema de pintura. Reparação de guarda corpos ou outros elementos de serralharia com perda acentuada de secção	**Sempre que necessário**										
	Substituição	Substituição total dos elementos						●					
Clarabóias e janelas	Inspecção	Verificação do estado de conservação do elemento: fissuração; empolamentos; descasque; corrosão; empenamentos		●									
		Verificação do aspecto da parte translúcida, com o intuito de reparar eventuais anomalias											
		Verificação do estado de limpeza											
		Verificação das juntas de estanqueidade											
		Verificação das funções da clarabóia e janela: abertura para ventilação; abertura para acesso ao tecto e saída de desenfumagem											
	Limpeza	Limpeza superficial das clarabóias e saídas de desenfumagem com produtos compatíveis com os materiais da estrutura e preenchimento de juntas. Lubrificar os órgãos de manobra e afinar os fechos de abertura. Limpeza dos detritos acumulados em zonas singulares	●										
	Tratamento da superfície e intervenções ligeiras	Reparação de pequenas fissuras, perfurações, fracturas e descasque da pintura. Infiltrações pontuais de elementos em madeira ou metálicos				●							
	Intervenções profundas	Reparação de elementos partidos (em especial o elemento translúcido). Reparação de anomalias no revestimento da caixilharia (pintura a empolada, descasque generalizado, corrosão acentuada)						●					

Tabela A.5.7.6 Caracterização das acções de manutenção pró-activas de coberturas inclinadas (continuação)

Elemento de construção – coberturas inclinadas													
EFM	**Tipo de acção de manutenção**	**Descrição**	**Periodicidade**										
			6M	**1**	**2**	**3**	**5**	**10**	**15**	**20**	**30**	**40**	**50**
Clarabóias e janelas	Substituição	Substituição total de elementos metálicos										●	
		Substituição total de elementos em madeira									●		
		Substituição total de elementos plásticos					●						
Alvenarias da cobertura	Inspecção	Verificação do estado de conservação do elemento: fissurações; infiltrações; descasque, entre outro tipo de anomalias. Inspecção, em particular após fenómenos meteorológicos excepcionais	●										
	Limpeza	Limpeza com jacto de água, ar comprimido ou escovagem manual, com o intuito de eliminar sujidade superficial, acumulação de detritos e vegetação parasitária. Cuidados com a pressão de limpeza e com os produtos a aplicar, de modo a não degradar o elemento em causa		●									
	Tratamento da superfície e intervenções ligeiras	Aplicação de produtos anti-fungicidas e anti-raízes, com o intuito de prevenir o seu aparecimento	**Sempre que necessário**										
		Reparação de pequenas fissuras com argamassa apropriada. Reparar defeitos de carácter pontual, como infiltrações						**11 anos**					
	Intervenções profundas	Ausências de revestimento. Degradação generalizada. Reparação de fissuras e fracturas com elevada extensão e gravidade. Humidificação da alvenaria generalizada, infiltrações profundas. O correcto funcionamento de todo o elemento e restante sistema de cobertura pode ser comprometido								●			
	Substituição	Substituição total do elemento, independentemente do material aplicado											●